

***Lean Manufacturing* na Indústria da Embalagem Flexível, aplicado ao Processo Produtivo de Extrusão**

Ricardo Miguel Costa Vaz Pinto de Sousa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2015-01-19

*Aos meus Pais,
aos meus Irmãos
e a ti, Inês.*

Resumo

Face às grandes dificuldades económicas existentes hoje no mercado Europeu, e particularmente no mercado Português, as empresas tendem cada vez mais a focar a sua atenção em medidas que lhes permitam uma redução dos seus custos de operação, sem recorrer a investimentos significativos.

Resultante desta crescente necessidade de melhorar, a filosofia *Lean* é hoje conhecida por todos os gestores à volta do mundo, no entanto poucas têm sido as empresas, em todo o mundo, que realmente conseguiram uma implementação total desta filosofia.

Este projeto, desenvolvido no âmbito da Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, foi realizado na empresa Plasteuropa Embalagens S.A. teve como objetivo melhorar os processos da Secção de Extrusão na Unidade Fabril de Vila do Conde, e apresentar uma redução concreta das Perdas da secção, em especial das perdas do novo equipamento instalado.

Este projeto foi concretizado com recurso a várias ferramentas *Lean*, cujo objetivo é sempre o de otimizar os recursos e de reduzir as perdas, mas teve sempre como objetivo criar uma base sólida de entendimento e de integração com as várias equipas envolvidas, em vista à criação de um projeto que esta organização possa estender a outros níveis da organização, para garantir que a Plasteuropa continuará num caminho que a transformará numa empresa *Lean*.

Com a realização deste projeto, ficou patente as vantagens que uma abordagem *Lean* pode trazer a uma organização, que com pouco ou nenhum investimento de capital se conseguem aumentos consideráveis nos rendimentos da organização.

Lean Manufacturing in the Flexible Packaging Industry, applied to the Extruding Productive Process

Abstract

Due to the huge economic difficulties affecting the European market, particularly the Portuguese market, companies are becoming more and more focused on reducing their operating costs without recurring to major investments.

Therefore, Lean philosophies have become increasingly known by every manager around the globe, however there have been few examples of true implementation of this management system.

The main goals of this project consisted on the improvement of equipment effectiveness and in the reduction of waste, particularly in the new equipment installed that requires more attention due to the financial stress that it has generated to the company.

This project was completed with the use of many Lean tools, which objective is always to optimize the organization resources and reducing the losses, but there was always the focus on founding an understanding base with everyone involved in the project. So that we could build an example to be followed in future projects within the organization, so that the path towards becoming a true lean enterprise becomes clearer.

With the completion of this project became clear the advantages that a lean approach can bring to a company, that with little or even zero capital investment we can get increases in the company finances.

Agradecimentos

Chegando ao fim desta etapa, gostada de agradecer aqui a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a sua realização.

Gostava de começar por agradecer ao Eng.º Hermenegildo Pereira pelo seu apoio, suporte e acompanhamento ao longo de todo este projeto.

Da parte da Plasteuropa Embalagens S.A., gostava de agradecer ao Eng.º José Saldanha Peres pela sua disponibilidade e acompanhamento no desenvolvimento deste projeto e pela experiência de aprendizagem que me proporcionou, à Eng.^a Ermelinda Cunha pela partilha de conhecimentos e orientação e a todos os que de alguma forma me ajudaram na concretização deste projeto.

Aos meus Pais, agradeço todas as oportunidades e experiências que me proporcionaram e que contribuíram para fazer de mim o que sou hoje.

À minha Mãe agradeço todo o carinho e apoio que me deu nesta e em todas as fases da minha vida.

Ao meu Pai agradeço todos os conselhos que me deu e me ajudaram em todo o meu percurso académico.

Aos meus irmãos pelo apoio e companhia.

À Inês pela paciência que tem comigo, particularmente durante toda esta fase e à fantástica companhia que tem sido sempre.

Ao José Carlos e à São por me ajudarem a escrever este trabalho e a ultrapassar todos os problemas.

E à Ahri por me ajudar a descontrair de todos os problemas.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa Plasteuropa Embalagens S.A.	1
1.2	Descrição do Projeto Lean Manufacturing na Secção de Extrusão.....	3
1.3	Metodologia e Calendarização Aplicada no Desenvolvimento do Projeto.....	4
1.4	Organização do Relatório.....	5
2	Estado da Arte	6
2.1	Lean Thinking.....	6
2.2	O Ciclo PDCA.....	11
2.3	Os Sete Mudas.....	12
2.4	Key Performance Indicators	14
2.5	Os cinco «S» (5S):	17
2.6	Single Minute Exchange Die (SMED).....	18
2.7	Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)	19
2.8	Matriz de Prioridade	20
3	Diagnóstico Inicial e Problemas Encontrados	22
3.1	A Unidade Fabril Plasteuropa - Vila do Conde	22
3.2	A secção de Extrusão.....	23
3.3	O Processo de Extrusão.....	23
3.4	O Novo Equipamento	24
3.5	A Equipa de Extrusão.....	25
3.6	Ferramentas de Controlo.....	25
3.7	Os Problemas Encontrados.....	26
3.8	Conclusão ao Diagnóstico	27
4	Ações de Melhoria Implementadas no Âmbito do Projeto Lean	28
4.1	Os Registos de Controlo	28
4.2	Os indicadores de Performance	29
4.3	Organização e Arrumação na Secção de Extrusão.....	34
4.4	Redução dos Tempos de Setup	37
4.5	Redução do Desperdício Produzido.....	42
4.6	Gestão Visual	44
5	Resultados Obtidos	45
5.1	A evolução da Disponibilidade	45

5.2	A Evolução do Desempenho	46
5.3	Evolução da Qualidade	47
5.4	A Evolução do OEE.....	48
5.5	A evolução da Taxa de Desperdício.....	50
6	Projetos Futuros em curso.....	52
7	Conclusão	53
8	Referências.....	54
Anexo A - Principais Características dos Equipamentos de Extrusão da Unidade Fabril de Vila do Conde		56
Anexo B - Ficha de Registo de Produção		57
Anexo C - Relatório de Turno.....		58
Anexo D - <i>Layout</i> de Organização da Secção de Extrusão da Unidade Fabril de Vila do Conde		59
Anexo E - Registo de Tarefas numa Operação de <i>Setup</i>		60
Anexo F - <i>Dashboard</i> Informativo		61
Anexo G - Tabela FMEA		62
Anexo H - Indicadores MBC-1.....		63
Anexo I - Indicadores MBC-2		65
Anexo J - Indicadores Macchi 5		67
Anexo L - Indicadores Macchi 6		69
Anexo M - Indicadores Dolci		71
Anexo N - Indicadores Reifenhauser		73

Siglas

FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*

Gemba - Chão da Fábrica; Terreno

IRT - Impresso Registo de Tarefas

JIT - *Just in Time*

KPI - *Key Performance Indicators*

MP - Matéria Prima

Muda - Desperdício

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

OP - Ordem de Produção

PA - Poliamidas

PE - Polietileno

PET - Politereftalato de Etileno

PP - Polipropileno

RP - Registo de Produção

RPN - *Risk Priority Number*

RS - Registo de *Stock*

RT - Relatório de Turno

SMED - *Single Minute Exchange Die*

TPM - *Total Productive Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

UF - Unidade Fabril

5S - Cinco "S"

Índice de Figuras

Figura 1 - A Casa do TPS, adaptado de (Pinto 2014).....	8
Figura 2 - O Edifício Lean, adaptado de (Pinto 2014).....	8
Figura 3 - O Ciclo PDCA, adaptado de (Sokovic, Pavletic et al. 2010)	11
Figura 4 - Representação do OEE, adaptado de (Muchiri and Pintelon 2008)	16
Figura 5 - O Ciclo do 5S, adaptado de (Pinto 2014)	18
Figura 6 - Aplicação do SMED numa operação de Setup, adaptado de (Carrizo Moreira and Campos Silva Pais 2011).....	19
Figura 7 - O Ciclo de implementação do FMEA, adaptado de (Pillay and Wang 2003).....	20
Figura 8 - Processo de Fabrico de Produtos à base de PE	22
Figura 9 - Corte Transversal de um Filme Barreira.....	24
Figura 10 - Exemplo da falta de organização na Secção de Extrusão.....	26
Figura 11 - Exemplo da falta de arrumação na Secção de Extrusão	26
Figura 12 - Layout da Secção de Extrusão, com áreas de arrumação bem definidas e identificadas	37
Figura 13 - Exemplo de uma mudança de trabalho no Processo de Extrusão, e a respetiva fase de execução de Tarefas Internas e de Tarefas Externas.....	38
Figura 14 - Esquema do sistema de Alimentação de uma Extrusora	39

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Unidades Fabris e respetivas secções do grupo Plasteuropa Embalagens S.A.....	2
Tabela 2 - Distribuição da Faturação dos Produtos do Grupo Plasteuropa Embalagens S.A.	3
Tabela 3 - Capacidade Instalada de Extrusão nas UF do Grupo Plasteuropa.....	23
Tabela 4 - Capacidade de Produção dos Equipamentos de Extrusão da UF de Vila do Conde.....	25
Tabela 5 - Taxa de Desperdício da Secção de Extrusão antes do início do Projeto Lean.....	27
Tabela 6 - Comparação entre os valores de OEE antigos e os valores do OEE de Setembro após alterações ...	32
Tabela 7 - Apresentação dos indicadores Disponibilidade, Desempenho e Qualidade no mês de Setembro.....	32
Tabela 8 - Tabela de Desperdício dos Equipamentos no mês de Setembro	34
Tabela 9 - Duração Média das operações de Setup antes da ação de melhoria.....	38
Tabela 10 - Número de Sistemas de Alimentação e Duração Máxima de Mudança de MP por Equipamento.....	40
Tabela 11 - Número de Sistemas de Alimentação e Duração Máxima de Mudança de MP por Equipamento após intervenção de melhoria.....	41
Tabela 12 - Evolução do indicador Disponibilidade do longo do Projeto	45
Tabela 13 - Evolução do Indicador Desempenho ao longo do Projeto	46
Tabela 14 - Evolução do Indicador Qualidade ao longo do Projeto	47
Tabela 15 - Evolução do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) ao longo do Projeto	48
Tabela 16 - Poupanças geradas com o Projeto ao nível das Perdas de Eficiência dos Equipamentos.....	49
Tabela 17 - Evolução da Taxa de Desperdício ao longo do Projeto	50
Tabela 18 - Poupanças geradas com o Projeto e resultante redução na Taxa de Desperdício	51

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Distribuição da Faturação dos Produtos do Grupo Plasteuropa Embalagens S.A.	3
Gráfico 2 - OEE dos Equipamentos de Extrusão antes do início do Projeto Lean.....	27
Gráfico 3 - Comparação entre os valores de OEE antigos e os Valores do OEE de Setembro após alterações .	31
Gráfico 4 - Apresentação dos indicadores Disponibilidade, Desempenho e Qualidade no mês de Setembro	32
Gráfico 5 - Evolução do indicador Disponibilidade médio da Secção de Extrusão ao longo do Projeto	45
Gráfico 6 - Evolução do Indicador Desempenho médio da Secção de Extrusão ao longo do Projeto	46
Gráfico 7 - Evolução do Indicador Qualidade média da Secção de Extrusão ao longo do Projeto	47
Gráfico 8 - Evolução do Indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) médio da Secção de Extrusão ao longo do Projeto	48

1 Introdução

Face às grandes alterações políticas e económicas ocorridas no século XX, vivemos hoje num mundo completamente global, onde todos os países e mercados, salvo raras exceções, se encontram inseridos numa economia capitalista. Esta globalização do mercado é responsável por se viver hoje num ambiente de extrema competitividade, em constante mudança e evolução e com consumidores cada vez mais exigentes e informados, onde a qualidade e o preço dos produtos assumem cada vez mais relevância no sucesso de uma empresa.

Adicionando a este ambiente uma profunda crise económica e social, com especial intensidade na zona Euro e particularmente em Portugal, as empresas nacionais atravessam neste momento por grandes dificuldades; como tal, hoje mais que nunca, é imperativo que os nossos gestores aprendam a tirar o máximo partido dos recursos das suas empresas, aplicando ao mesmo tempo medidas que visem a redução dos seus custos de operação, obviamente sem nunca descurar a qualidade dos seus produtos e serviços e mantendo a sua empresa sempre em linha com as constantes evoluções do mercado.

Atenta a todo este panorama, a Direção da Plasteuropa iniciou vários projetos de melhoria na sua atividade, mantendo no entanto o mesmo espírito empreendedor, apostando na compra de um novo equipamento de extrusão, que, para além de aumentar a capacidade produtiva do Grupo, irá melhorar a qualidade de alguns produtos críticos e abrir portas a novos mercados que até então lhe estiveram vedados.

É neste enquadramento que se iniciou este projeto *Lean Manufacturing* aplicado à secção de extrusão, projeto esse realizado no âmbito da Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM), opção de Gestão da Produção, que visa essencialmente a obtenção de melhorias nos resultados desta secção com vista a um futuro sustentável da organização.

1.1 Apresentação da Empresa Plasteuropa Embalagens S.A.

A Plasteuropa Embalagens S.A., é uma empresa que se dedica ao fabrico de embalagens flexíveis, concretamente embalagens à base de plástico e papel, que desde a sua fundação no ano de 1980, ainda com o nome Poliplastic - Embalagens S.A., tem vindo a crescer continuamente, ocupando atualmente uma posição de relevo entre as empresas do setor, a nível nacional.

A evolução favorável do mercado e a consolidação da empresa no setor permitiram, no ano de 1984, o primeiro de muitos investimentos de crescimento com a aquisição de equipamentos de Flexografia (impressão) e consequente criação da secção de Flexografia, que se juntou às já existentes secções de Corte e Extrusão.

O crescimento e consolidação da Poliplastic - Embalagens S.A. foram acompanhados, não só pela constante modernização dos seus equipamentos e processos, mas também pela consolidação da sua estrutura organizacional.

Em 1998, face a alguma tendência de mercado, foram efetuados novos investimentos, nomeadamente a criação da secção de Corte de Papel, com a aquisição de um equipamento apropriado. O sucesso deste projeto inicial levou à aquisição de mais linhas de produção, contando hoje a Plasteuropa Embalagens S.A. com quatro linhas de corte de papel, sendo que no ano de 2009 foi substituída a primeira linha de 1998 por uma mais atual.

No ano de 2000 os acionistas da Poliplastic - Embalagens S.A. adquiriram a totalidade do capital da sociedade IERAX - Embalagens S.A. e 60% do capital da sociedade Plasteuropa SGPS, detentora de 100% do capital da Fábrica Leiriense de Plásticos e da Indofil S.A., sendo todas estas empresas concorrentes diretas da Poliplastic - Embalagens S.A. em diversos segmentos de mercado.

Em Novembro de 2004 os Conselhos de Administração das sociedades IERAX - Embalagens S.A. e Poliplastic - Embalagens S.A. deliberaram por unanimidade aprovar o projeto de cisão-fusão da IERAX - Embalagens S.A. na Poliplastic - Embalagens S.A na modalidade de fusão por incorporação. Na sequência desta operação procedeu-se à alteração da designação social para Plasteuropa Embalagens S.A., nome pelo qual, desde então, é conhecido o Grupo.

No final do ano de 2013, terminou o projeto de fusão-cisão das Indofil S.A, com a Plasteuropa Embalagens S.A. e também o projeto de fusão-cisão da Fábrica Leiriense de Plásticos com a Plasteuropa Embalagens S.A., juntando-se estas duas Unidades Fabris oficialmente ao grupo Plasteuropa Embalagens S.A., passando agora o grupo a ser composto por quatro Unidades Fabris e respetivas secções, tal como indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Unidades Fabris e respetivas secções do grupo Plasteuropa Embalagens S.A.

Vila do Conde (Sede)	Leiria	Maia	Figueira da Foz
Extrusão	Extrusão	Extrusão	Flexografia
Flexografia	Flexografia	Flexografia	Corte
Corte	Corte	Corte	Acabamentos
Rebobinagem	Rebobinagem	Rebobinagem	
Laminagem		Reciclagem	
Corte de Papel		Injeção	

Esta concentração de atividade de Fabrico e Comercialização de embalagens no Grupo Plasteuropa Embalagens S.A., permite uma otimização da gestão, incrementação de economias de escala e o ganho de dimensão necessária para competir num mercado cada vez mais globalizado e competitivo.

Foi também no ano de 2014 que a empresa adquiriu um equipamento de extrusão, instalado na Unidade de Vila do Conde, equipamento esse que permitiu o acesso ao mercado dos Filmes Barreira dado ser o único equipamento de Coextrusão de cinco camadas existente no grupo, e como tal capaz de produzir este tipo de produtos.

O Grupo Plasteuropa Embalagens S.A encontra-se certificado pela Norma ISO 9001:2008, pela Norma ISO 22000:2005 e também pela Norma PEFC de gestão de produtos de base florestal.

O Grupo Plasteuropa Embalagens S.A. oferece hoje uma extensa gama de produtos, destacando-se os principais mercados dos produtos disponíveis:

- Filmes e Sacos de Polietileno (PE);
- Filmes e Sacos Barreira ;
- Filmes e Sacos Polipropileno (PP) e Politereftalato de etileno (PET);
- Sacos de Papel.

1.2 Descrição do Projeto Lean Manufacturing na Secção de Extrusão

Embora continue a gozar de alguma folga económica, o Grupo Plasteuropa Embalagens S.A (Plasteuropa), reconhece hoje, a necessidade de melhorar a sua forma de trabalhar de modo a garantir que a sua competitividade se irá manter, no mínimo, por muito tempo e como tal constatou que por forma a assegurar o seu futuro teria de apostar na implementação de melhorias em todas as dimensões da empresa.

No entanto estes projetos nem sempre são fáceis de iniciar e, como tal, a Direção da Plasteuropa aproveitou a mudança introduzida pela instalação de um novo equipamento de extrusão na secção de Extrusão da Unidade Fabril (UF) de Vila do Conde para iniciar nesta mesma secção um projeto de implementação de melhorias cujos objetivos para além de contemplarem um aumento significativo dos resultados da secção e consequentemente da empresa, contemplam também a necessidade de se estabelecer um piloto para todos os projetos futuros a realizar no Grupo.

A escolha desta secção para dar início a um projeto de melhorias não é de todo inocente, e não apenas justificável pela instalação do novo equipamento, dado que o tipo de produtos produzidos nas secções de extrusão do grupo, o Polietileno (PE), corresponde a maior fatia da faturação do grupo, como podemos verificar no gráfico 1 e Tabela 2, como tal a obtenção de resultados positivos nos processos produtivos que envolvam produtos de PE irá refletir-se notoriamente nos resultados da empresa.

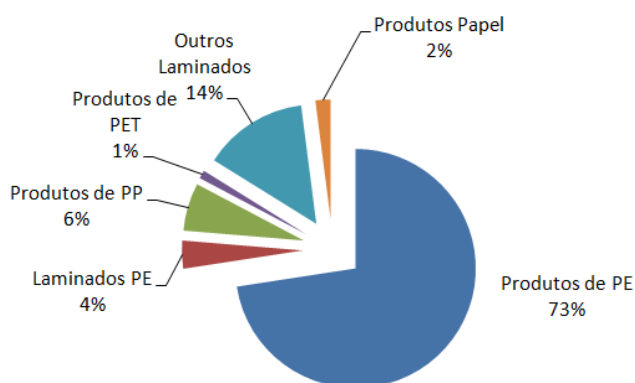


Gráfico 1 - Distribuição da Faturação dos Produtos do Grupo Plasteuropa Embalagens S.A.

Tabela 2 - Distribuição da Faturação dos Produtos do Grupo Plasteuropa Embalagens S.A.

Material	Total Faturado	% Total
Produtos PE	17 919 652 €	72,6 %
Laminados PE	930 743 €	3,8 %
Produtos PP	1 589 286 €	6,4 %
Produtos PET	276 534 €	1,1 %
Outros Laminados	3 477 650 €	14,1 %
Produtos Papel	501 169 €	2,0 %

Aquando da realização do Plano de Investimentos que envolveu a aquisição do novo equipamento de extrusão, foram estabelecidos alguns critérios de desempenho que o equipamento deveria cumprir por forma a tornar viável este projeto. Como tal a escolha da secção de Extrusão de Vila do Conde deveu-se em parte também à necessidade de garantir que os critérios de desempenho do novo equipamento seriam cumpridos.

No início deste projeto foram definidos os principais objetivos a serem atingidos no final do prazo de três meses e meio, que são os seguintes:

- Melhoria significativa nos indicadores de performance dos equipamentos existentes na secção;
- Redução das Perdas;

- Atingir-se uma Taxa de Desperdício inferior a 5%, do total de Matéria Prima (MP) consumida, para a máquina Reifenhauser, o novo equipamento de extrusão.

No entanto existe uma série de objetivos secundários que também deverão ser tidos em conta, conhecidas as intenções futuras da empresa, tais como:

- Estabelecimento de uma filosofia de melhoria contínua e de boas práticas em todos os envolvidos no projeto;
- Apresentação de um modelo de sucesso que possa ser facilmente reproduzido nas outras UF e que contribua em projetos futuros de melhoria contínua;
- Melhoria na forma e nas condições de trabalho da secção de Extrusão.

Como se poderá concluir, este relatório irá incidir, não só na obtenção dos objetivos principais definidos, mas também numa vertente mais global de sensibilização de todos os envolvidos no projeto, direta e indiretamente, nas vantagens que uma abordagem *Lean* pode trazer para uma empresa.

1.3 Metodologia e Calendarização Aplicada no Desenvolvimento do Projeto

O objetivo deste projeto é, como já foi referido, a redução de perdas na secção de Extrusão na UF de Vila do Conde, como tal é imperativo que este projeto não represente por si a criação de mais perdas e problemas para o processo produtivo e para a secção.

Para evitar problemas, o projeto foi dividido em três grandes fases, cada qual com os seus objetivos intermédios e duração prevista, distribuídas cronologicamente por forma a que cada problema seja tratado no momento correto.

Na primeira fase do projeto, iniciou-se o período de ambientação ao processo, ao modo de funcionamento da secção de Extrusão e a todos os colaboradores envolvidos. Nesta fase o objetivo principal será, conhecer e as equipas envolvidas e criar algum entrosamento com essas equipas; e o mesmo para o processo de Extrusão e com os indicadores e ferramentas de controlo existentes. Ao mesmo tempo iniciar um diagnóstico à situação existente e identificar desde logo alguns problemas que sejam visíveis sem profundas análises.

Numa segunda fase, irão iniciar-se a implementação de ações de melhoria em todos os aspetos pertinentes, tendo por base a informação recolhida no período de diagnóstico, e outras informações que forem sendo adquiridas ao longo de todo o projeto. Estas ações de melhoria deverão ser estudadas e discutidas com as equipas envolvidas na secção e a sua implementação deverá ser feita de forma estruturada e apoiada para garantir a sua correta implementação.

Na terceira e final fase, o objetivo será o de verificar os ganhos obtidos com as ações de melhoria realizadas na fase anterior, e continuar o processo de solidificação das medidas realizadas. Nesta fase também será dada continuidade ao período de implementação de melhorias sempre com o objetivo de uma melhoria contínua, serão definidas as correções ou evoluções às ações já implementadas e também iniciados novos projetos que poderão ou não ainda ser inseridos neste projeto específico.

Esta distribuição de trabalho ao longo do projeto deve ser respeitada mas não será inflexível, dado que será necessário manter um espírito de aprendizagem e intervencionista ao longo de todo o projeto, logo será difícil definir um prazo de duração específico para cada uma das fases.

1.4 Organização do Relatório

Este relatório de exposição do projeto *Lean Manufacturing* aplicado à secção de Extrusão da UF de Vila do Conde, encontra-se dividido em vários capítulos:

- Capítulo 1 - Introdução; neste capítulo é feita uma contextualização do projeto desenvolvido, onde é feita uma breve apresentação à empresa Plasteuropa Embalagens S.A, e também ao projeto a realizar onde são referidas as razões que levaram a empresa a iniciar este projeto e quais os objetivos que pretende obter com a sua realização.
- Capítulo 2 - Estado da Arte; neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica a vários temas pertinentes para este projeto, que foram utilizados ou discutidos ao longo deste projeto;
- Capítulo 3 - Diagnóstico Inicial e Problemas Encontrados; neste capítulo são apresentadas as principais constatações sobre o funcionamento da empresa e concretamente da secção de Extrusão, dos indicadores em uso e dos problemas encontrados;
- Capítulo 4 - Ações de Melhoria Implementadas; neste capítulo são referidas e analisadas as várias ações de melhorias realizadas na secção no âmbito deste projeto;
- Capítulo 5 - Resultados Obtidos; neste capítulo são analisados os resultados obtidos com a implementação das ações de melhoria referidas no capítulo anterior e a situação da secção face aos objetivos propostos;
- Capítulo 6 - Projetos futuros; neste capítulo são apresentadas soluções a implementar no futuro que se interligam com este projeto;
- Capítulo 7 - Conclusão; onde é feita uma breve conclusão ao projeto e aos resultados obtidos.

2 Estado da Arte

Neste capítulo será feita uma revisão bibliográfica a vários temas relacionados com este projeto *Lean*, que se verificaram pertinentes na concretização do projeto.

2.1 Lean Thinking

2.1.1 A Origem do Lean

Embora o termo «*Lean*» esteja muito em voga hoje em dia, a maior parte das pessoas tende a afirmar que as ideias *Lean* foram totalmente desenvolvidas pela Toyota em meados do século XX, e que a história deste modelo de gestão é curta e simples. Sendo que esta ideia não está totalmente errada, não representa, a realidade do impacto que as práticas *Lean* tiveram ao longo do curso da história nem o esforço humano feito sempre na busca incansável pela otimização de processos criadores de valor (Womack 2005).

Os estaleiros de Veneza, fundados em 1104 com o objetivo de construir embarcações de guerra para a marinha Veneziana, adotaram ao longo do tempo um *design* standard para as centenas de embarcações aí construídas e foram também pioneiros no uso de peças intercambiáveis. Isto permitiu que se criasse uma das primeiras linhas de montagem, num estreito canal que atravessa os estaleiros, em que numa primeira fase é construído o casco da embarcação e depois este seguia flutuando ao longo do canal, parando em cada uma das células de montagem onde os seus componentes seguintes iam sendo montados. Este sistema atingiu um patamar de excelência tão elevado que em 1574 o Rei Henrique III de França foi convidado a assistir à construção de uma embarcação desde o início do processo até ao produto final, que neste período demorava não mais que uma hora (Womack 2005).

Existem muitos relatos semelhantes ao longo da história. Mas então porque é que apenas no século XX é que estas práticas começaram a ser estudadas, aprofundadas e difundidas? Teremos que nos lembrar que a Revolução Industrial só se daria no século XIX e como tal a indústria existente até então passava, quase na totalidade, apenas pelo setor militar; como tal inovações como esta eram tratadas como segredo de estado, o que dificultou a sua difusão (Womack 2005).

Foi apenas em 1914 que Henry Ford «pegou» em todos os exemplos de *Lean Thinking* existentes e os juntou no seu sistema de produção em fluxo contínuo. No entanto o sistema desenvolvido por Ford estava ainda muito longe do modelo atual. O seu sistema funcionava com base no princípio *Push*, onde quem dita o ritmo de produção é a organização produtora, em contraste com o sistema mais atual de *Pull*, em que o responsável pela cadência de produção é a procura do mercado. O sistema *Push* implementado por Ford acabou por criar um *Stock* excessivo de produto acabado que eventualmente resultou em perdas para a empresa (Ford 2007).

Este sistema era também incrivelmente inflexível; aliás é conhecida a célebre frase de Henry Ford, " O Cliente pode ter o carro da cor que quiser, contando que seja Preto" (Ford 2007). A questão desta cor Preta era tudo menos estética, a verdade é que esta tinta permitia tempos de secagem da tinta inferiores aos das outras cores, como tal seguindo a filosofia de redução de custos e de tempos de fabrico do modelo T foi limitado a uma cor apenas (Ford 2007).

Ford foi o primeiro a agregar todas as ideias de melhoria observáveis ao longo da história, Ford era também conhecido por afirmar que a história não tinha valor, o que interessa é o presente. Esta afirmação pode ser entendida como uma tentativa de Ford de explicar que os

métodos estabelecidos nunca devem ser uma desculpa ou impedimento para testar novos métodos. Esta tese é corroborada por Taiichi Ohno, que sempre se recusou a registar o *Toyota Production System* (TPS). Ohno acreditava que se o TPS estivesse estritamente codificado e posto num museu, este acabaria por ficar parado no tempo o que eventualmente resultaria na sua desatualização (Womack 2005).

Foi então que na década de 40 do século XX que a Toyota integrou as ideias de Ford de fluxo contínuo e lhes adicionou uma dimensão fundamental de flexibilidade para produzir uma vasta gama de produtos de alta qualidade, em pequenos lotes e em muito pouco tempo. Nasceu então o *Toyota Production System* (TPS), que foi o precursor da filosofia Lean Thinking (Womack 2005).

2.1.2 O Toyota Production System

O TPS teve início na década de 40 com a chegada à Toyota do Engenheiro Taiichi Ohno, grande mentor deste sistema na Toyota. E desde logo podemos destacar uma das maiores virtudes deste sistema: o facto de ainda hoje, passados mais de setenta anos, continuar a ser uma referência e possivelmente o melhor sistema de gestão implementado. Esta particularidade resulta da constante busca pela perfeição baseada numa filosofia de melhoria contínua, o que faz com que este sistema esteja constantemente a evoluir para se conseguir adaptar a todas as mudanças económicas, sociais e políticas (Ohno 1982, Holweg 2007).

Quando Ohno entrou na Toyota as referências do sector automóvel eram a General Motors e a Ford, como tal seria espectável que todas as outras empresas do sector seguissem o mesmo modelo de gestão existente. No entanto ao analisar os sistemas de produção destas empresas, Ohno identificou desde logo duas falhas lógicas (Ohno 1982, Holweg 2007):

- Produzir grandes lotes, iria resultar em grandes inventários. Estes grandes inventários resultavam numa elevada ocupação de espaço de armazém, em elevados custos de capital e num elevado número de defeitos nesses componentes;
- Nestes sistemas de produção, era também visível a sua incapacidade de acomodar as preferências dos consumidores e a diversidade de produtos.

Ficou claro que estas empresas estavam a esforçar-se para atingir grandes escalas de produção e economias de escala, sistema esse que funcionava no panorama económico ocidental, mas que num Japão acabado de sair da guerra completamente devastado esta solução era completamente impossível de ser bem sucedida (Holweg 2007).

A aposta de Ohno consistiu basicamente: na flexibilização das operações, com a produção de lotes pequenos e trabalhando de uma forma *Just in Time* (JIT), o que resultou numa vantagem competitiva pois obtêm-se uma maior variedade de produtos o que aumenta a satisfação dos clientes, e permite uma melhor resposta a mudanças de tendências de mercado ou flutuações na procura, reduz-se os prazos de entrega e consegue-se inclusive um aumento na qualidade dos produtos. Ao mesmo tempo houve uma preocupação na redução contínua das perdas, que permitiu sustentar estas mudanças e contribuir para a redução global de custos (Liker 2008). Pode observar-se na Figura 1 uma representação dos princípios do TPS.

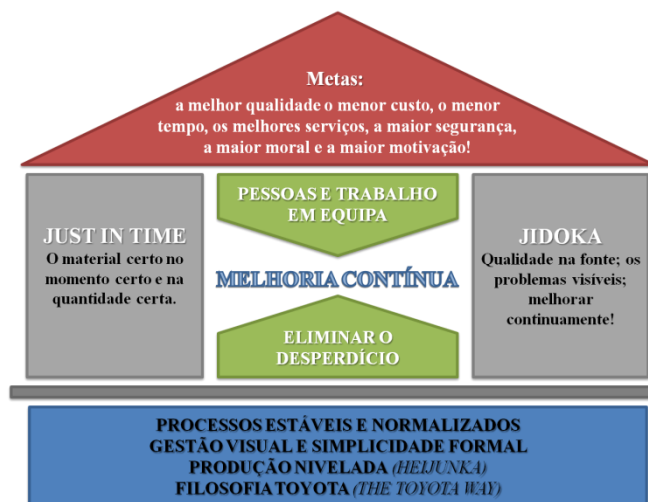


Figura 1 - A Casa do TPS, adaptado de (Pinto 2014)

O resultado destas mudanças foi a capacidade de produzir uma considerável variedade de automóveis em pequenos lotes e a um preço competitivo, em comparação com a lógica convencional de produção em massa. Em retrospectiva, estas mudanças foram revolucionárias; no entanto face às condições económicas existentes foram mudanças extremamente necessárias, que requeriam pequenos volumes e grandes variedades. Em 1950 o total de produção anual da indústria automóvel Japonesa correspondia ao equivalente a três dias de produção nos Estados Unidos da América, no entanto esta diferença não impediu que, hoje, a Toyota seja a maior empresa mundial do sector automóvel (Liker 2008).

Embora sejamos tentados a afirmar que Taiichi Ohno inventou um novo conceito de produção, foi de facto um contínuo ciclo de aprendizagem que se estendeu por décadas e que levou ao sucesso da Toyota. Foi, mais do que tudo, a capacidade dinâmica de aprendizagem que levou ao sucesso do TPS (Holweg 2007).

O resultado da evolução do TPS até à filosofia de gestão empresarial *Lean Thinking* consiste na integração de novos conceitos nos que já se encontravam inseridos no TPS, podemos observar na Figura 2 a inserção do TPS no *Lean*. É importante que se entenda que a filosofia *Lean Thinking* vai muito para além do *Gemba* (Chão de Fábrica), mas sendo antes uma mudança cultural profunda na maneira como as pessoas e a organização pensam e se comportam. Por forma a simplificar este conceito foram aparecendo «especializações» do *Lean Thinking*, como são o caso do *Lean Manufacturing* ou do *Lean Production*, que são aplicados a casos mais concretos da organização (Pinto 2014).



Figura 2 - O Edifício Lean, adaptado de (Pinto 2014)

2.1.3 O que é Realmente o Lean Thinking?

Embora este seja um tema bastante difundido é ainda muito complicado encontrar uma definição que possamos indicar como a mais completa. Existem muitas respostas para esta questão, no entanto, segundo Koenigsaecker (2012), a melhor forma de sumarmos o que é *Lean* é dizer-se:

"*Lean* é um sistema de melhoria movido pelas pessoas ligadas à organização que pode melhorar qualquer processo de trabalho. Isto implica que as ferramentas e princípios do *Lean* podem melhorar qualquer tipo de trabalho em qualquer parte da organização. O grande objetivo de uma transformação *Lean* é o de contribuir com uma cultura de aprendizagem que irá resolver todos os problemas para sempre."

Traduzindo a palavra *Lean* para Português entender-se-á melhor o seu significado: *Lean* significa «magro»; portanto, quando se fala em *Lean Manufacturing* ou *Lean Thinking*, estamos basicamente a falar de «Produção Magra» ou de «Pensamento Magro», onde se interpreta a aplicação da filosofia *Lean* como uma busca pela redução das «gorduras» das organizações, e por gorduras podemos entender desperdício (Pinto 2014).

O conceito *Lean* apareceu pela primeira vez como conceito de liderança e gestão empresarial pelas mãos de James Womack e Daniel Jones em 1996. Desde então este termo tem sido aplicado para se referir à filosofia de liderança e gestão que tem por objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor para a organização (Pinto 2014).

Conclui-se então que pode definir-se o *Lean* como o recurso a várias ferramentas e princípios para a redução de todo o tipo de desperdícios de uma organização, com o apoio de todas as pessoas envolvidas na organização, sempre com vista à criação de valor para todos na organização.

O facto, de ainda hoje, se conhecerem muito poucas empresas que se assemelhem à Toyota como modelos de sucesso, prende-se com a constatação de que poucas são as empresas que realmente entenderam e assumiram o compromisso *Lean*. Esta é uma filosofia e total transformação de uma organização que, por definição, nunca estará completa. Para realmente se atingir um patamar de excelência, esta forma de pensar e trabalhar tem que representar a realidade da organização todos os dias sem exceções. A maior parte das organizações que se aventuram neste campo obtiveram alguns ganhos, mas sem um contínuo acompanhamento e estímulo esses ganhos acabam por se perder. É necessário, tal como defendia Taiichi Ohno, que se viva num constante estado de aprendizagem e de busca de melhorias (Koenigsaecker 2012).

Para melhor se entender o que é realmente o *Lean*, é conveniente terem-se presentes os princípios que suportam toda esta filosofia.

2.1.4 Os Princípios do Lean

Womack e Jones, entenderam que o *Lean* precisava de um ponto de referência, uma "*Northern Star*", algo por onde os gestores de todo o mundo se pudessem guiar na jornada de transformação das suas organizações. Recorrendo então ao que aprenderam da cultura Nipónica, definiram os cinco princípios base do *Lean* em 1996 e que se mantêm totalmente válidos até aos dias de hoje (Womack and Jones 2010):

- **Valor;**

Apenas o Valor justifica a existência de uma organização, é para isso que existem, para criar Valor para todas as pessoas que direta ou indiretamente se servem dos seus produtos. Mas não são apenas os Clientes de uma organização que esperam receber Valor das organizações, os Colaboradores, os Acionistas, os Fornecedores e a Sociedade esperam receber algum tipo de valor da organização. E uma organização tem que ter sempre em mente «valorizar» todas essas partes caso contrário irá comprometer seriamente o seu futuro (Pinto 2014).

- **Cadeia de Valor;**

A Cadeia de Valor é o conjunto de atividades necessárias para levar um produto específico a percorrer as três tarefas críticas de qualquer negócio (Womack and Jones 2010):

1. Tarefa de Desenvolvimento e Lançamento do Produto;
2. Tarefa de Gestão de Informação, receção da encomenda, planeamento da produção e planeamento da entrega;
3. Tarefa de transformação física do Produto, de MP até ao Produto Acabado.

Dentro destas tarefas gerais críticas, existe uma série de tarefas internas, sendo que estas tarefas internas se podem certamente dividir em três tipos (Womack and Jones 2010):

1. Tarefas que sem margem para dúvida são criadoras de Valor para a organização;
2. Tarefas que não geram Valor, mas que são inevitáveis, também chamadas de «Mal Necessário»;
3. Tarefas que não acrescentam Valor.

A identificação da Cadeia de Valor acrescenta duas vantagens para as organizações: primeiro ganha-se um conhecimento concreto de todas as atividades que são realizadas na organização, que muitas vezes passam despercebidas aos olhos da gestão. Em segundo lugar, e a mais importante, ganha-se a capacidade de identificar as tarefas que não geram qualquer tipo de Valor para a organização (Womack and Jones 2010).

O objetivo de qualquer organização deverá ser sempre o de eliminar todas as tarefas que não gerem Valor, mesmo as inevitáveis, que embora o sejam hoje não significa que o sejam amanhã. Todas as tarefas não geradoras de Valor, não trazendo qualquer tipo de benefício para a organização são inevitavelmente consumidoras de recursos valiosos para a organização e como tal deverão ser eliminadas (Pinto 2014).

- **Fluxo;**

Este princípio consiste em criar um Fluxo entre todas as tarefas da Cadeia de Valor, desde o pedido do cliente até à entrega do Produto Acabado ao cliente, em que não existam pontos de estrangulamento ao longo desse Fluxo e/ou paragens, onde o produto avança ao longo do processo sempre à mesma cadência, do início do processo até ao fim. Para tal é preciso identificar e eliminar os pontos de estrangulamento que existam, pois estes nada são mais do que desperdício (Pinto 2014).

- **Pull (Puxar);**

O sistema *Pull* baseia-se no princípio de que apenas serão produzidos os itens necessários, nas quantidades certas e no momento certo. Isto é, todas as tarefas neste sistema funcionam numa

base *Just in Time* (JIT), apenas funcionam quando necessário, nem mais cedo nem mais tarde nem demais, nem de menos (Pinto 2014).

Isto significa que cada tarefa «puxa» os materiais da estação anterior apenas no momento em que necessita desses materiais para cumprir com o prazo de entrega estabelecido pelo pedido da secção seguinte (Pinto 2014).

- **Perfeição.**

Quando se atinge um ponto na transformação *Lean* em que os quatro primeiros princípios começam realmente a funcionar, verifica-se que estes quatro representam um ciclo sem fim, pois se retornarmos ao princípio verifica-se que a perfeição ainda não foi atingida, ainda existe *Muda* (Desperdício), e refazendo todo o ciclo novamente iremos sempre encontrar forma de reduzir esse *Muda* e trazer melhorias para a organização (Womack and Jones 2010).

2.2 O Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é conhecido como o ciclo de melhoria contínua; como tal trata-se de uma ferramenta muito útil no cumprimento do objetivo da constante melhoria de todos os processos de uma organização (Pinto 2014).

A sua origem remonta aos anos de 1930 pela mão de Walter Shewhart; no entanto só a partir da década de 1950 pela mão de W.E. Deming, no Japão, é que esta ferramenta começa a ser popularizada. Trata-se de uma sequência muito simples que serve de guia à melhoria contínua, à realização de mudanças ou mesmo à análise das mais variadas situações (Pinto 2014).

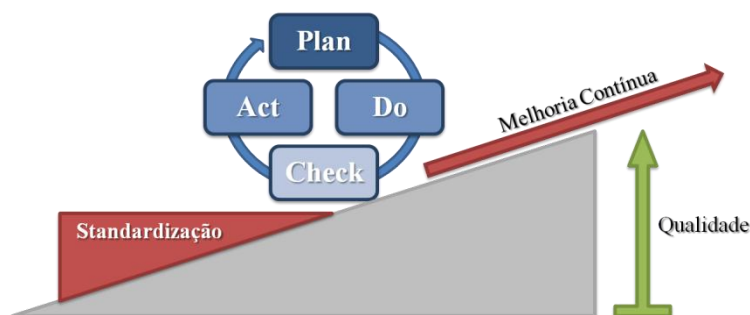


Figura 3 - O Ciclo PDCA, adaptado de (Sokovic, Pavletic et al. 2010)

O ciclo PDCA revela-se também muito versátil e é adequado quer em situações esporádicas, quer em planos a longo prazo. Permite portanto dois tipos de intervenções (Sokovic, Pavletic et al. 2010):

- **Intervenção Temporária** - intervenção apontada para resolver problemas no imediato; no entanto esta forma de resolução de problemas é inadequada a longo prazo. O objetivo será sempre o de eliminar os problemas antes de estes acontecerem ou então de encontrar soluções para os problemas após terem ocorrido;
- **Intervenção Permanente** - esta é o tipo de utilização mais adequada para esta ferramenta, que consiste em investigar a causa de um problema e eliminar completamente essa causa.

O ciclo PDCA está dividido em quatro grandes fases, e quinze etapas, assim descritas (Pinto 2014):

1. **Plan (Planear)** - 50 % do tempo definido para o problema:

- I. Definir Objetivamente o Problema;
 - II. Definir o *Background* e o contexto para que todos possam ter uma base de entendimento comum;
 - III. Realizar uma análise para encontrar a causa-raiz do problema;
 - IV. Realizar sessões de *Brainstorming* de contra medidas e criar hipóteses para testar.
2. **Do (Faz)** - 15 % do tempo definido para o problema:
- V. Testar as hipóteses formuladas;
 - VI. Em vez de esperar pela solução perfeita, avançar com pequenas iniciativas que resultem em ganhos rápidos;
 - VII. Reunir factos e dados baseados na observação direta.
3. **Check (Verificar)** - 15 % do tempo definido para o problema:
- VIII. Comparar os resultados com o planeado;
 - IX. Determinar desvios e perceber a sua origem;
 - X. Procurar entender o que correu bem e o que correu mal;
 - XI. Enfrentar os factos.
4. **Act (Atuar)** - 20 % do tempo definido para o problema:
- XII. Se as contra medidas forem eficazes, criar padrão que possa ser auditado e mantido;
 - XIII. Registrar as lições aprendidas e partilhar as boas práticas adquiridas;
 - XIV. Se as contra medidas não forem eficazes, reiniciar o plano novamente;
 - XV. Observar a atual condição e definir novos *Targets* rumo à situação ideal. Recomeçar novamente o plano.

É necessário ter sempre em atenção algumas boas práticas que fundamentam o sucesso desta ferramenta, e de muitas outras (Pinto 2014):

- Respeito pelas Pessoas;
- Focalização nos Processos;
- Orientação para os Resultados;
- Dar Tempo ao Tempo;
- Humildade e Bom Senso.

2.3 Os Sete Mudras

No decorrer do desenvolvimento do TPS, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram sete categorias de desperdício que lhes permitiram analisar as perdas dos processos com base nestas categorias, são elas (Ohno 1988, Pinto 2014):

2.3.1 Excesso de Produção

Este é o tipo de *Muda* mais penalizante em termos de custos. É o oposto de uma filosofia JIT, onde produzir mais do que o necessário significa produzir desperdício, quando não é necessário e a ocupar desnecessariamente recursos valiosos.

Este *Muda* traz consigo muitas consequências para a organização, tais como, a ocupação desnecessária de recursos, como são os equipamentos, materiais, energia e operadores. Provoca a antecipação de compra de MP e peças, dado que foram usadas desnecessariamente, o que leva a um aumento dos *Stocks*. Todos estes problemas provocam uma diminuição na flexibilidade da organização e um aumento dos seus custos (Ohno 1988, Pinto 2014).

Normalmente este tipo de *Muda* está associado a algumas causas mais comuns, como por exemplo (Ohno 1988):

- Grandes lotes de produção;
- Necessidades de rentabilizar esforços feitos em atividades que não acrescentam valor, como transportes, *Setup* e outras semelhantes;
- Antecipação da Procura na expectativa de venda;
- Necessidades de *Stock* para colmatar o problema de produtos com defeitos, atrasos nas entregas ou avarias nos equipamentos.

2.3.2 Esperas

Sempre que algum recurso da organização, seja ele um colaborador, um equipamento ou um produto, se encontra parado à espera de algo por vezes devido a coisas tão simples e banais como uma autorização ou um impresso, a organização está a perder valor, porque embora esses recursos representem sempre um custo por unidade de tempo, o facto de esses recursos se encontrarem parados significa que não estão a gerar valor (Pinto 2014)

As causas mais comuns para *Mudas* deste tipo são (Ohno 1988, Pinto 2014):

- Fluxo obstruído;
- Problemas de Layout;
- Problemas com as entregas dos fornecedores, sejam eles internos ou externos;
- Capacidade não balanceada;
- Grandes lotes de Produção.

2.3.3 Transportes e Movimentações

Todas as operações de transporte, seja em que fase do processo for, são tarefas não geradoras de valor. Muito embora não se consigam eliminar todos os transportes na Cadeia de Valor, é importante que se tente reduzir ao máximo os recursos perdidos com estas atividades, pois para além de representarem tarefas não geradoras de Valor, são também fontes de constrangimento no *Gemba* (Chão de Fábrica), de defeitos nos produtos, fruto de acidentes nos transportes ou mau acondicionamento da carga, e são também normalmente uma fonte de *Stock* (Ohno 1988, Pinto 2014).

2.3.4 Muda do Processo

Este tipo de *Muda* refere-se às operações e aos processos que são totalmente desnecessários ao funcionamento da organização e à sua Cadeia de Valor. Este é um tipo de *Muda* que deve ser sempre abordado em qualquer iniciativa de redução de perdas, dado que tarefas não necessárias não devem existir numa organização (Pinto 2014).

2.3.5 Stocks

Os *Stocks* são a «mãe de todos os males». Qualquer tipo de *Stock* representa capital parado, com o risco de se desvalorizar, perder ou estragar. Uma das melhores formas de se encontrar *Muda* de todo o tipo é encontrar os locais onde existe tendência de acumular *Stock*. Escondida por detrás destes pode estar uma variedade enorme de causas que deverão ser analisadas e resolvidas (Ohno 1988, Pinto 2014).

As causas mais comuns para o aparecimento deste tipo de *Muda* são (Ohno 1988, Pinto 2014):

- Aceitá-los como normais, algo que faz parte do ativo da organização;
- Problemas de *Layout*;
- Elevados tempos de *Setup*;
- Existências de gargalos ou estrangulamentos no fluxo;
- Antecipação da produção ou produção em excesso;
- Problemas de Qualidade;
- Mau Balanceamento da linha.

2.3.6 Defeitos

Todos os produtos que não cumpram com as suas especificações são considerados defeitos e representam como tal uma fonte de perda. Para além do desperdício gerado por um produto sem cliente acrescenta-se também o rol de consequências que esta situação trás para uma organização, tal como, o retrabalho que será necessário realizar para tornar o produto defeituoso em produto com valor, o tratamento das reclamações dos clientes e até as próprias inspeções que são realizadas aos produtos acabados por forma a garantir a sua qualidade. Nenhuma destas atividades gera qualquer tipo de valor para a organização mas são no entanto em muitos casos consideradas como atividades extremamente valiosas. As causas mais comuns para o aparecimento deste tipo de *Muda* são (Ohno 1988, Pinto 2014):

- Pensar que errar é Humano, não é;
- Ênfase na inspeção final, no controlo e policiamento das pessoas e dos processos;
- Ausência de padrões de autocontrolo e de inspeção;
- Ausência de padrões nas operações de fabrico e montagem;
- Falhas e erros humanos;
- Transporte e movimentação de materiais.

2.3.7 Trabalho Desnecessário

Este *Muda* refere-se ao movimento que não é realmente necessário para executar as ações. Ou é muito lento, ou é muito rápido ou é excessivo. Isto é, quando um operador para realizar uma determinada tarefa, até a pode realizar corretamente, mas não a realizou da melhor forma para a organização. Este tipo de desperdício acontece frequentemente devido a (Ohno 1988, Pinto 2014):

- Operações Desnecessárias;
- Desmotivação das Pessoas;
- *Layout* da área de trabalho;
- Insuficiente formação e treino das pessoas;
- Capacidades e competências não desenvolvidas;
- Instabilidade das Operações.

2.4 Key Performance Indicators

Numa organização *Lean*, todas as decisões são tomadas com base em factos e apenas podemos tirar ilações de uma ação de melhoria ou de um problema, quando temos dados concretos sobre a situação. Assim é importante que a equipa de gestão da organização possua dados concretos que lhes permitam uma tomada de decisões correta (Pinto 2014).

Existem várias métricas de desempenho, também conhecidas como *Key Performance Indicators* (KPI), cujo objetivo é portanto fornecer dados sobre o desempenho de uma organização. A nível operacional, as métricas mais utilizadas são (Pinto 2014):

- **Eficiência** - Avalia a capacidade de um sistema em alcançar os objetivos, medida muito orientada a sistemas Humanos;
- **Disponibilidade** - Mede a relação entre o Tempo Útil (tempo utilizado) e o Tempo Disponível;
- **Ocupação** - Mede a relação entre a Carga e a Capacidade;
- **Overall Equipment Effectiveness (OEE)** - Mede o Desempenho Global de um processo ou sistema;
- **Takt Time** - É um tempo de ciclo, calculado em função da procura;
- **Rotação de Stock** - Número de vezes que o *Stock* é renovado num dado intervalo de tempo;
- **First Time Through (FTT)** - Percentagem de unidades completas, e com qualidade, que um processo produz bem à primeira;
- **Velocidade** - Medida de dinamismo dos materiais, ou capitais, dentro da Cadeia de Fornecimento.

2.4.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é descrito como uma das ferramentas de medição de Performance, que mede diferentes tipos de perdas de produção e indica as áreas passíveis de melhoria. Esta ferramenta foi desenvolvida a partir do conceito de *Total Productive Maintenance* (TPM), conceito esse desenvolvido por Seiichi Nakajima em 1988. O Objetivo do TPM é o de obter zero avarias ou paragens e zero defeitos relacionados com o equipamento e em consequência dessa redução, obtêm-se reduções de custos e inventários e melhorias na produtividade (Muchiri and Pintelon 2008).

O OEE é definido como a medida da Performance Total do Equipamento, isto é, o estado em que o equipamento se encontra face ao que deveria ser. É uma análise em três partes, baseado nos indicadores de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade do equipamento, e é usado para identificar as perdas relacionadas, com o objetivo de melhorar a Performance e a Fiabilidade do equipamento (Muchiri and Pintelon 2008).

Os problemas que afetam a Performance de um equipamento podem ser divididos em dois grupos, os problemas Crónicos, que são normalmente problemas menores mas ao mesmo tempo mais difíceis de identificar e eliminar, dado que são normalmente resultado de várias causas diferentes. E os problemas Esporádicos, que são bastante mais óbvios e apresentam normalmente grandes desvios do estado normal de funcionamento. Estes problemas resultam no aparecimento de perdas nos processos e nos produtos. O objetivo do OEE é o de identificar estes problemas para que se proceda a sua eliminação (Jonsson and Lesshammar 1999).

Esta é uma ferramenta que funciona com o apoio de uma equipa que luta diariamente com o objetivo de atingir um patamar de excelência na Performance dos equipamentos, eliminando sucessivamente perdas no processo e nos equipamentos. Em 1988 Nakajima definiu um conjunto de seis perdas para complementar esta ferramenta (Jonsson and Lesshammar 1999):

1. Perdas de Disponibilidade:

- Perdas de avarias, categorizadas como perda de tempo sempre que há uma redução na produtividade, redução de quantidade ou aparecimento de defeitos;

- Perdas de Setup e ajustamento resultante de paragens do equipamento ou produção de produtos defeituosos.

2. Perdas de Desempenho:

- Perdas por interrupções na produção ou equipamento num estado Stand By;
- Perdas resultantes da diferença entre a cadência de produção normal do equipamento e a cadência real.

3. Perdas de Qualidade:

- Perdas resultantes de falhas de qualidade resultantes de alguma avaria ou falta de afinação do equipamento;
- Perdas de arranque, que ocorrem no arranque de um equipamento.

O OEE é calculado pelo produto dos três indicadores já referidos, Disponibilidade, Desempenho e Qualidade, representando cada um destes cada uma das famílias de perdas referidas (Muchiri and Pintelon 2008).

Cálculo do OEE:

$$OEE (\%) = D \times P \times Q \quad (2.1)$$

Cálculo da Disponibilidade (D):

$$Disponibilidade (D) = \frac{Tempo \acute{U}til}{Tempo \acute{D}ispon\acute{i}vel} \times 100 \quad (2.2)$$

Cálculo do Desempenho (P):

$$Desempenho (P) = \frac{Tempo \acute{P}rodutivo}{Tempo \acute{U}til} \times 100 \quad (2.3)$$

Cálculo da Qualidade (Q):

$$Qualidade (Q) = \frac{Tempo \acute{E}fetivo}{Tempo \acute{P}rodutivo} \times 100 \quad (2.4)$$

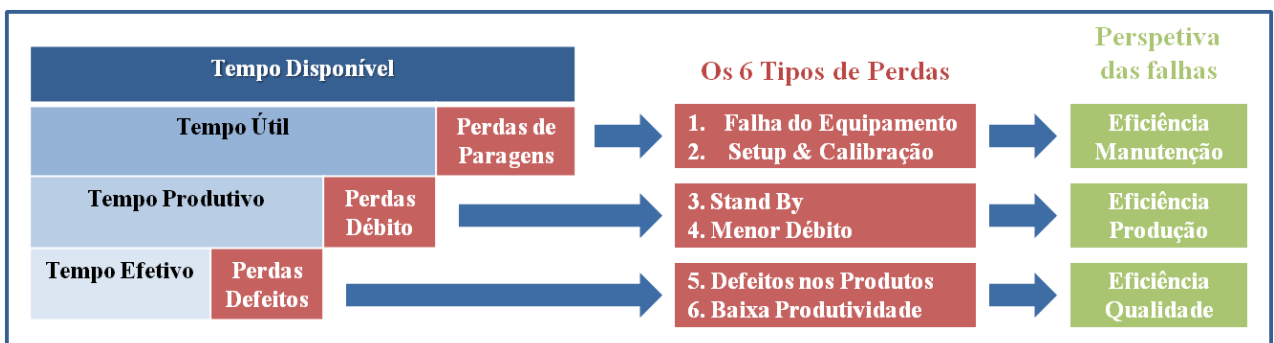


Figura 4 - Representação do OEE, adaptado de (Muchiri and Pintelon 2008)

Mas como se pode definir se um determinado valor de OEE é «Bom» ou «Mau»? sabemos que o objetivo é sempre a perfeição, ou seja, $OEE = 100 \%$, mas podem ser definidos alguns intervalos do OEE por forma a entender melhor em que situação se encontra determinado equipamento. Dependendo de caso para caso, uma forma simples é dividir o índice OEE em

quatro patamares e categorizar o estado do equipamento conforme o patamar em que esse se insere (Vorne 2013):

- **OEE = 100 %** - Perfeição - o equipamento opera sem apresentar qualquer tipo de perda;
- **OEE > 85 %** - Excelência - para a maior parte dos equipamentos, este é um valor sustentável. Significa que ainda existem perdas no processo, mas estas muito provavelmente são oriundas de problemas crônicos;
- **OEE > 60 %** - Valor Típico - existe ainda muito espaço para implementação de melhorias com relativa facilidade;
- **OEE < 60 %** - Fraco - questionável a sustentabilidade deste equipamento a longo prazo. No entanto com valores tão baixos significa que conseguir rápidas e grandes melhorias não apresente uma dificuldade elevada.

2.5 Os cinco «S» (5S):

A ferramenta cinco «S» (5S) representa um conjunto de práticas que procuram a redução de perdas e a melhoria do desempenho das pessoas e dos processos através de uma abordagem muito simples, que assenta na manutenção das condições ótimas de trabalho, isto é, ordenados, arrumados e limpos (Pinto 2014).

A ferramenta 5S é aquela por onde se iniciam todos os processos de melhoria; esta é uma metodologia de criação e manutenção de um espaço de trabalho bem organizado, limpo, eficaz e de alta qualidade. O seu resultado é uma organização eficiente do espaço de trabalho, eliminação de perdas relacionadas com falhas e paragens e melhoria da qualidade e segurança do ambiente de trabalho (Michalska and Szewieczek 2007).

O nome 5S deriva de cinco palavras de origem Japonesa, todas começadas pela letra «S», são elas (Michalska and Szewieczek 2007, Pinto 2014):

- **Seiri (Organizar)** - Separar o útil do inútil; identificar itens desnecessários no posto de trabalho e eliminá-los. Isto leva a uma redução na desordem que interfere com o processo produtivo;
- **Seiton (Arrumação)** - Tem de haver um lugar para cada item, e cada coisa tem que estar no seu lugar. Definir locais mais apropriados para cada item, colocando os de uso mais frequente em locais de mais fácil acesso e manter tudo no seu local correspondente;
- **Seiso (Limpeza)** - O posto de trabalho deve ser limpo e mantido limpo;
- **Seiketsu (Normalização)** - Deve existir uma norma de arrumação e limpeza que permita o controlo e consistência na arrumação e limpeza do posto de trabalho;
- **Shitsuke (Auto Disciplina)** - Manter o standard de arrumação e limpeza por própria iniciativa, sem necessidade de policiamento, dia após dia.



Figura 5 - O Ciclo do 5S, adaptado de (Pinto 2014)

Na implementação desta ferramenta é de extrema importância o envolvimento de todas as pessoas e de se treinar os envolvidos para que todos entendam os fundamentos e o alcance desta ferramenta. É importante que esta mudança seja feita com o apoio de todos para que se consiga atingir um estado em que a arrumação e limpeza é uma necessidade de cada um e não uma imposição (Michalska and Szewieczek 2007).

Tal como a grande maioria das ferramentas *Lean*, a ferramenta 5S deve ser entendida como um ciclo, como se pode observar na Figura 5. A eliminação de perdas resultante de uma primeira intervenção desta ferramenta acaba sempre por destacar o segundo nível de perdas, que até então se encontrava escondido. Como tal é sempre necessário um recomeço do ciclo para atacar continuamente todas as perdas que vão aparecendo (Pinto 2014).

2.6 Single Minute Exchange Die (SMED)

"Os métodos de redução de tempo de *Setup* consistem em ações concertadas de melhoria, resultado do trabalho em equipa, que visam a sistemática redução dos tempos e das atividades de mudança, com o objetivo de maximizar a utilização dos recursos e aumentar a flexibilidade dos processos. As consequências diretas da redução do tempo de mudança são, a redução dos custos e dos lotes de fabrico." (Pinto 2014).

Estudando os tempos perdidos em atividades de *Setup* na Toyota, Shingo chegou a conclusão de que esse tempo pode ser sempre reduzido, e que esta conclusão era válida para qualquer tipo de equipamento. Foi a partir desta constatação que Shingo desenvolveu a ferramenta *Single Minute Exchange Die* (SMED) (Koenigsaecker 2012).

Para cada operação de mudança, Shingo define o seguinte ciclo de atividades a realizar, por forma a garantir-se uma redução de tempo e perdas geradas com a operação em questão (Carrizo Moreira and Campos Silva Pais 2011):

- **Fase 1 - Arranque do Projeto SMED:**
 - 1 Analisar as atividades no *Gemba* por forma a diferenciar as atividades internas das atividades externas;
- **Fase 2 - Separar atividades internas das atividades externas:**
 - 2 Uso de *Check List*;
 - 3 Definição de funções para cada um dos operadores envolvidos;
 - 4 Melhoria no transporte das ferramentas necessárias.
- **Fase 3 - Transformação de atividades internas em atividades externas:**

- 5 Preparação antecipada de atividades de *Setup*;
 - 6 Automatização de Tarefas;
 - 7 Utilização de Ferramentas Diferentes.
- **Fase 4 - Melhorar todos os aspetos das operações de *Setup*:**
 - 8 Melhoria no transporte e armazenagem das ferramentas;
 - 9 Eliminação de ajustes e calibrações;
 - 10 Automatização de operações.

Por atividade Externa entendem-se como todas as tarefas de uma operação de mudança que podem ser realizadas enquanto o equipamento se encontra em produção, isto é, antes ou depois da «paragem» do equipamento. As atividades Internas, por oposição, são todas as tarefas que têm obrigatoriamente que ser realizadas com o equipamento «Parado» (Pinto 2014).

Na Figura 6 pode observar-se a evolução de um projeto SMED e o impacto que esta ferramenta tem na organização e duração de uma operação de *Setup*:

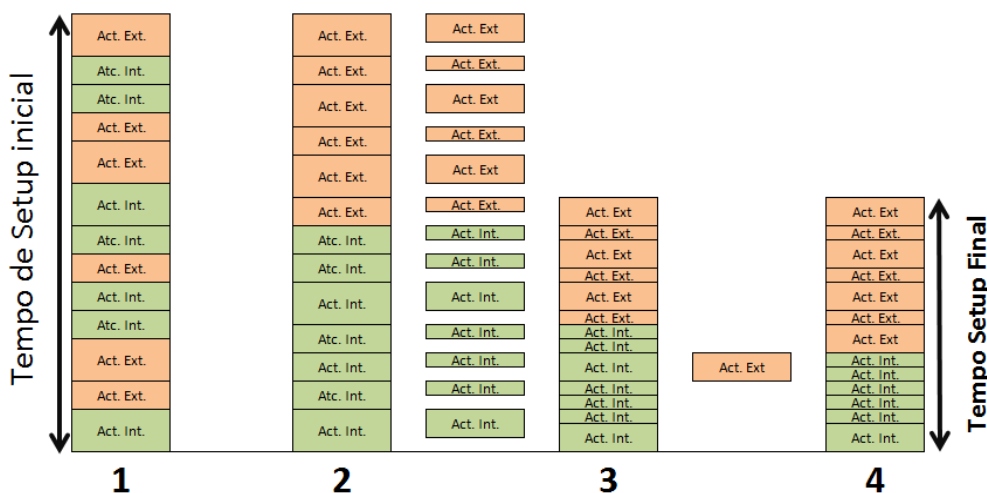


Figura 6 - Aplicação do SMED numa operação de *Setup*, adaptado de (Carrizo Moreira and Campos Silva Pais 2011)

2.7 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Uma das formas de reduzir o custo médio de um processo produtivo é através da previsão de potenciais problemas nesse processo. O conhecimento da potencialidade de ocorrência desses problemas permite que se tomem providências antes de essas ocorrências se verificarem (Molhanec and Povolotskaya 2012).

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) é uma ferramenta de abordagem sistemática, em equipe, que permite a identificação das potenciais falhas num sistema, produto ou processo com o intuito de eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrência de cada uma dessas falhas potenciais (Molhanec and Povolotskaya 2012).

A análise do FMEA baseia-se na identificação e avaliação, para cada falha potencial, da probabilidade de Ocorrência, na Severidade, ou gravidade, dos efeitos da falha e na probabilidade de Detecção da falha (Pinto 2014).

Seguidamente determina-se o Risk Priority Number (RPN) para cada uma das falhas em análise, quanto maior for o valor deste indicador, maior é a urgência que deve ser dada à prevenção da falha em questão (Pinto 2014).

Cálculo do RPN:

$$\text{Risk Priority Number (RPN)} = \text{Ocorrência} \times \text{Severidade} \times \text{Detecção} \quad (2.5)$$

Na Figura 7 pode ser consultado um fluxograma de aplicação de um projeto de FMEA, que pode ser aplicado a qualquer sistema, processo ou produto. O objetivo de um projeto deste tipo é o de diminuir sucessivamente o valor do RPN para cada falha identificada por forma a garantir que perdas oriundas deste tipo de falha têm uma probabilidade muito reduzida de vir alguma vez a acontecer (Pillay and Wang 2003).

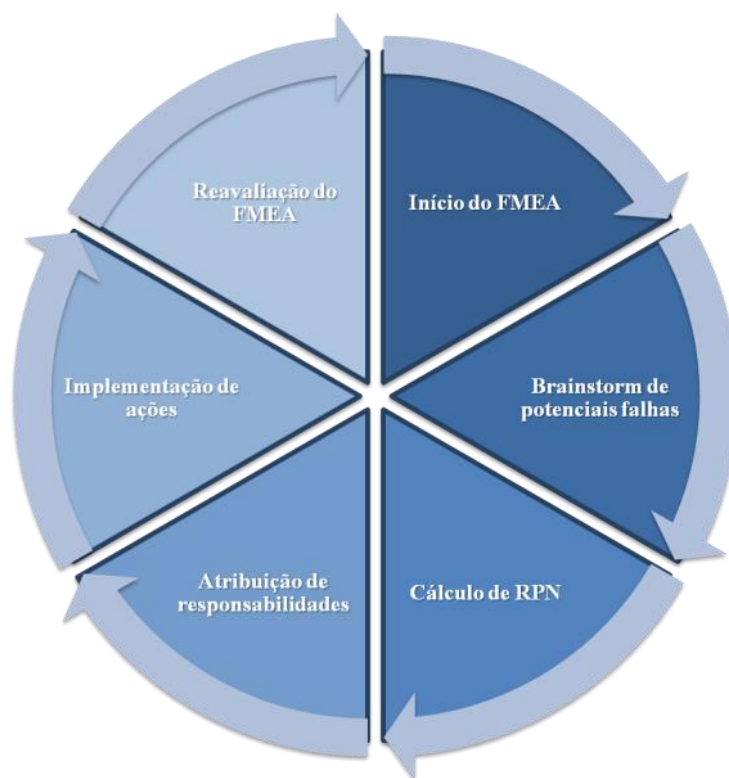


Figura 7 - O Ciclo de implementação do FMEA, adaptado de (Pillay and Wang 2003)

2.8 Matriz de Prioridade

Nem todas as ações corretivas são iguais. A cada ação corresponde necessariamente um custo de implementação e um proveito a obter. Existem então logicamente, ações corretivas que terão um maior ou menor proveito para a organização e ao mesmo tempo existirão ações que terão um maior ou menor custo de implementação. Como tal deverá ser sempre feita uma busca pelas ações de melhoria que com um custo baixo trarão um grande proveito para a organização, e evitadas as ações que tendo um custo de implementação elevado não representam um proveito significativo (Abilla 2010).

A Matriz de Prioridade é um ferramenta de gestão de tarefas, cujo objetivo será o organizar as tarefas em análise da mais urgente para a menos urgente; os passos para a construção de uma matriz de prioridade são os seguintes (Abilla 2010):

- Identificar as tarefas a analisar;
- Definir os critérios pelos quais serão avaliadas essas tarefas;
- Definir o peso que será dado a cada um dos critérios;
- Construir a Matriz;
- identificar a posição de cada tarefa face aos critérios definidos e respeitando o peso de cada um dos critérios.

3 Diagnóstico Inicial e Problemas Encontrados

Todas as organizações devem ter noção de que a decisão de iniciar a sua jornada *Lean* não deve ser tomada de ânimo leve. De forma a ter sucesso, é necessário que as organizações entendam que essa decisão irá ter um grande impacto na forma de trabalhar e pensar em todos os aspetos da organização, e que esta é uma jornada que nunca terá fim, irão sempre existir melhorias a realizar e perdas a eliminar.

Em todos os projetos existem sempre dois passos extremamente importantes: a identificação e compreensão dos objetivos que se pretendem atingir e a perfeita caracterização da situação inicial do foco do projeto.

Este capítulo irá centrar-se na caracterização da secção de Extrusão, e a sua envolvimento no global da empresa, com o objetivo de se entender o seu funcionamento e identificar os seus problemas de modo a que todas as intervenções a realizar contribuam para a obtenção dos objetivos definidos.

3.1 A Unidade Fabril Plasteuropa - Vila do Conde

A UF Plasteuropa - Vila do Conde corresponde à maior UF do grupo Plasteuropa em termos de volume de vendas, e conta com as seguintes secções produtivas:

- Extrusão;
- Flexografia (Impressão);
- Corte de Plástico;
- Corte de Papel;
- Laminagem;
- Rebobinagem.

É nesta UF que se produz a maior variedade de produtos do Grupo, já que é a única UF que conta com as secções de Corte de Papel e de Laminagem. A chegada do novo equipamento de extrusão, a máquina Reifenhauer, permitiu também que se produza aqui os mais recentes produtos do Grupo, os Filmes Barreira.

O processo de fabrico de todos os produtos à base de PE encontra-se esquematizado na Figura 8, onde podemos ver que todos estes produtos têm como origem a secção de Extrusão, como tal é de todo pertinente que o projeto global *Lean* da Plasteuropa tenha início nesta secção, cujos produtos têm impacto em todas as secções do grupo, com exceção do Corte de Papel.

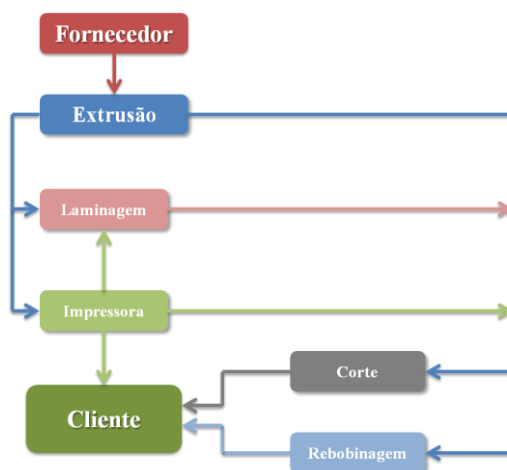


Figura 8 - Processo de Fabrico de Produtos à base de PE

3.2 A secção de Extrusão

Inaugurada em 1982 esta secção é, juntamente com a secção de Corte de Plástico, a secção mais antiga da Plasteuropa. Existem hoje na UF de Vila do Conde seis equipamentos de extrusão, tendo o último desses equipamentos iniciado a produção em Março de 2014. Cada um destes seis equipamentos está especializado e preparado para produzir uma gama praticamente exclusiva de produtos, sendo que o equipamento mais polivalente existente é a nova máquina Reifenhauser.

No global das quatro UF do Grupo, existem Três secções de extrusão, respetivamente em Vila do Conde, na Maia e em Leiria, sendo a secção de Vila do Conde aquela que apresenta uma menor capacidade instalada, como se pode ver na Tabela 3 referente ao ano de 2014. No entanto embora o Grupo seja certificado pela Norma ISO 22000:2005, que certifica que a empresa está apta à produção e comercialização de artigos para o sector alimentar, a única UF que está certificada para tal é a de Vila do Conde. Isto significa que os materiais produzidos nesta UF requerem um maior cuidado na sua produção e no cumprimento rigoroso das especificações do produto, dado tratarem-se de produtos com um elevado nível de responsabilidade.

Tabela 3 - Capacidade Instalada de Extrusão nas UF do Grupo Plasteuropa

	Vila do Conde	Maia	Leiria
Capacidade Instalada (t)	5.800	11.500	7.100
% Total do Grupo	24 %	47 %	29 %

3.3 O Processo de Extrusão

Este processo mecânico consiste no escoamento de um material sob pressão através de um canal, a Fieira. São vários os materiais na indústria que são extrudidos produzindo-se secções transversais muito variadas.

No caso concreto da extrusão de PE, o equipamento de extrusão (Extrusora) é alimentado com grânulos de um ou mais tipos de PE, aditivos e corantes, que são fundidos, pressurizados e bombeados ao longo de canais de fusão, dentro da cabeça de extrusão, até à Fieira, onde são extrudidos num perfil tubular, que é então insuflado para se obter o diâmetro desejado. Esse balão é então puxado por um conjunto de rolos motores, cuja velocidade de puxo em função do débito da extrusora irá definir a espessura, e este balão é então espalmado obtendo-se uma Manga de PE com a largura igual a metade do perímetro do balão. Esta Manga pode ser, ou não, aberta para se produzir duas folhas de Filme, através de lâminas, é então enrolada a Manga ou o Filme em bobines nos enroladores.

Todas as extrusoras existentes na UF de Vila do Conde são Extrusoras de Mono-fuso, onde a ação rotativa do fuso provoca o avanço contínuo do material e cria a pressão necessária para a extrusão. No entanto, cada um dos equipamentos está desenhado para atender a uma gama de produtos específico, e como tal possuem limitações diferentes entre si, que podem ser consultadas no Anexo A.

Este é um tipo de processo que requer o mínimo de perturbações possível, dado que a mais pequena variação numa das variáveis irá imediatamente afetar as outras de uma forma nem sempre esperada e imediata. Concretamente alterações nas temperaturas de extrusão, são alterações complexas e morosas.

O arranque de uma extrusora não é uma operação simples. Sendo um equipamento que necessita de uma boa estabilização da sua temperatura, o processo de aquecimento é extremamente moroso, chegando a cinco ou seis horas de aquecimento para os maiores equipamentos, e nem todos os materiais podem ser usados no arranque do equipamento, ou porque não possuem resistência suficiente para aguentar o arranque, ou porque são prejudiciais para o equipamento durante esta fase. Por estas razões este é um processo que apenas se torna economicamente viável quando realizado em laboração contínua, isto significa que todas as operações de *Setup* são realizadas com o equipamento a trabalhar e a produzir material.

Coextrusão - consiste na extrusão simultânea de várias camadas de materiais. Este processo utiliza duas ou mais extrusoras para fundir e bombear os respetivos materiais por uma única Fieira. A vantagem de utilizar diferentes canais reside no facto de que materiais «crus» com diferentes viscosidades são mais complicados de processar em conjunto. Desta forma com a junção de várias camadas apenas na Fieira, evita-se este problema e possibilita-se a combinação de diferentes materiais. Na UF de Vila do Conde existem duas Coextrusoras, a Coextrusora de três camadas Dolci, e a nova Coextrusora de cinco camadas Reifenhauer.

3.4 O Novo Equipamento

Face às necessidades do mercado, a Direção da Plasteuropa apostou na aquisição de um novo equipamento de Extrusão que lhes permitisse produzir uma nova gama de produtos, e ao mesmo tempo possibilitar o aumento de capacidade produtiva de outros produtos.

A grande particularidade destes novos produtos, os Filmes Barreira, é o facto de oferecerem uma total barreira a todos os elementos entre uma face do filme e a outra. Embora se consiga obter o mesmo resultado com outros materiais recorrendo ao processo de Laminagem, a vantagem destes filmes é a de manterem as propriedades desejadas do PE ganhando as propriedades barreira, conseguidas com recurso a outro tipo de material, as Poliamidas (PA) e o EVOH, tudo num único processo e material.

O grande problema destes materiais é que estes não «colam» ao PE no processo de extrusão, necessitam de uma cola que ligue os dois tipos de material. Logo, por forma a conseguir-se extrudir este género de material, foi necessária a compra de uma Coextrusora com o mínimo de cinco camadas por forma a permitir que se utilize PE nas duas camadas externas, que se usem as duas camadas intermédias para o Adesivo e então a camada interna para a PA e para o EVOH, tal como se pode ver na Figura 9.

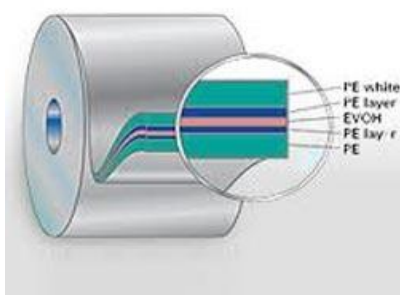


Figura 9 - Corte Transversal de um Filme Barreira

Para além de contribuir com a oferta de novos produtos para o universo do Grupo, este equipamento veio também possibilitar um aumento da capacidade produtiva de alguns produtos e também possibilitar um aumento na qualidade desses produtos dado este tratar-se de um equipamento de última geração com uma capacidade de controlo de especificações que até agora não existia no Grupo.

Tabela 4 - Capacidade de Produção dos Equipamentos de Extrusão da UF de Vila do Conde, ano de 2014

Máquina	MBC-1	MBC-2	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser
Capacidade de Produção (t)	250	250	750	950	1300	2300

3.5 A Equipa de Extrusão

Dada a obrigatoriedade de o processo de extrusão se realizar em laboração contínua, esta é a única secção na UF de Vila do Conde que conta com um esquema laboral contínuo em três turnos diários, divididos da seguinte forma:

- Turno da Noite: 0:00 - 8:00;
- Turno da Manhã: 8:00 - 16:00;
- Turno da Tarde: 16:00 - 24:00;
- Turno de Folga.

Existem quatro equipas de Extrusão, cada uma das quais com três operadores, um Chefe de Equipa e dois Ajudantes. As equipas de extrusão são responsáveis, para além do processo produtivo, por manter a arrumação na sua secção, de preencher corretamente todos os impressos existentes para a sua secção e de cumprir com as normas de higiene e segurança impostas.

Estas equipas são suportadas por outras equipas, onde se destaca a equipa de Manutenção, responsável por assistir a equipa de Extrusão em avarias que os próprios não consigam ou não tenham as ferramentas necessárias para resolver. A equipa de Gestão da Produção, que controla o planeamento e os indicadores da secção. A equipa da Qualidade, que assiste à equipa de Extrusão na identificação e correção de defeitos nos produtos, e a equipa de Armazém que é responsável pela gestão de *Stock* da secção, quer de produto acabado quer de MP.

3.6 Ferramentas de Controlo

Para assegurar o cumprimento das especificações do produto e das metas de produção existem, em uso, na secção de extrusão uma série de ferramentas de controlo.

Existe, como ferramenta de controlo da Qualidade, uma folha de controlo, a realizar pelos operadores, onde são indicados as especificações do produto acabado e comparadas com as especificações pedidas na Ordem de Produção (OP). Este impresso é da responsabilidade da equipa de Qualidade.

A nível do controlo das metas de produção, existem dois indicadores considerados e em uso. O OEE de cada um dos equipamentos e a Taxa de Desperdício da secção de Extrusão. Por forma a reunir a informação necessária para o cálculo destes indicadores, existe um impresso

de Registos da Produção (RP) a ser preenchida pelos operadores. Estes dois indicadores são da responsabilidade da equipa de Gestão da Produção.

Existem ainda outros impressos de controlo na secção, onde se destaca o Relatório de Turno (RT), onde cada equipa de Extrusão no final do seu turno, regista as ocorrências verificadas. Este impresso existe como auxílio de comunicação entre as várias equipas de extrusão e da equipa de manutenção. Este impresso é da responsabilidade da equipa de Manutenção.

3.7 Os Problemas Encontrados

3.7.1 A Secção de Extrusão

Uma das responsabilidades das equipas de Extrusão é manter a secção limpa e arrumada. No entanto é visível a falta de arrumação e de organização, como podemos ver na Figura 10 e na Figura 11.



Figura 10 - Exemplo da falta de organização na Secção de Extrusão



Figura 11 - Exemplo da falta de arrumação na Secção de Extrusão

A inexistência de regras a cumprir no que toca à arrumação da secção, leva a que cada operador «arrume» como lhe parece melhor, ou então não arrume de todo, o que é o caso mais comum. Este problema leva a perdas desnecessárias na secção e instalou um estado de mau ambiente entre as várias equipas de Extrusão que «empurram» sempre o problema para o colega seguinte.

3.7.2 Os Indicadores

Os dois indicadores controlados pela equipa de gestão, o OEE e a Taxa de Desperdício, são calculados recorrendo à informação disponibilizada pelas equipas de Extrusão, e no caso da Taxa de Desperdício também pela equipa de Armazém.

No caso do OEE, a informação necessária para o seu cálculo é obtida com recurso ao impresso RP. No entanto é visível a fraca qualidade da informação registada neste impresso. Parte devido ao mau layout deste impresso que omite informação pertinente, em parte devido ao fraco controlo que é realizado a este impresso e a falta de motivação dos operadores para o seu correto preenchimento.

No caso da Taxa de Desperdício, a informação necessária provém também do impresso RP, com os problemas já referidos e também de outro impresso, este realizado pela equipa de Armazém, o Registo de Stock (RS), onde é indicado o consumo diário de MP.

Quando se parte de um mau registo da informação necessária não se pode esperar que o valor obtido para os indicadores em questão seja válido, como tal não se pode assumir os valores obtidos como o ponto de partida deste projeto, é necessário que se melhore a qualidade da informação antes de se definir um real ponto de partida para estes indicadores.

De frisar também que a forma de cálculo do indicador OEE em uso não corresponde à indicada para este indicador, na equação (3.1) podemos ver como é calculado o OEE para cada um dos equipamentos. Desta forma não se obtêm as mais valias do cálculo deste indicador.

Sistema de cálculo do OEE na Plasteuropa, antes do início do projeto:

$$OEE (\%) = \frac{\text{Tempo esperado de Produção}}{\text{Tempo Gasto em Produção}} \times 100 \quad (3.1)$$

Quanto à Taxa de Desperdício, o seu método de cálculo é feito corretamente, no entanto o sistema em vigor não permite a determinação deste indicador para cada equipamento separadamente, apenas para o total da secção, o que significa que um dos indicadores objetivo deste projeto não existe.

Sistema de cálculo da Taxa de Desperdício na Plasteuropa, antes do início do projeto:

$$\text{Taxa de Desperdício (\%)} = \frac{\text{Desperdício Realizado}}{\text{Matéria Prima Consumida}} \times 100 \quad (3.2)$$

Seguidamente são apresentados os respetivos valores do OEE para cada um dos equipamentos da secção de Extrusão de Vila do Conde, e também a Taxa de Desperdício da secção.

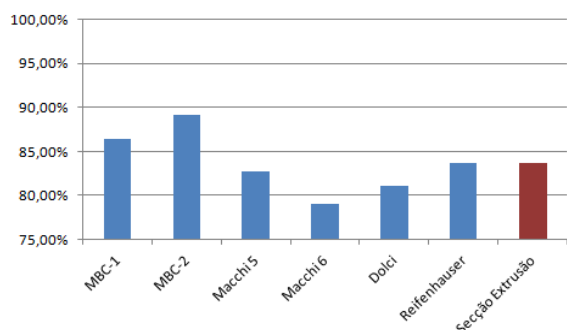


Gráfico 2 - OEE dos Equipamentos de Extrusão antes do início do Projeto Lean

Tabela 5 - Taxa de Desperdício da Secção de Extrusão antes do início do Projeto Lean

Taxa de Desperdício Secção (%)
7,2%

3.8 Conclusão ao Diagnóstico

A fase de reconhecimento, quer dos problemas vistos, quer da envolvimento do projeto, tem uma grande importância na fase inicial do projeto. Mas esta é uma atividade que deve ser mantidos ao longo de todo o projeto, pois nem todos os problemas são detetados imediatamente, e também porque com a implementação de ações de melhoria novos problemas irão certamente aparecer, problemas que até agora eram completamente invisíveis.

No capítulo seguinte serão analisadas de uma forma mais concreta e aprofundada as várias ações de melhoria realizadas ao longo deste projeto.

4 Ações de Melhoria Implementadas no Âmbito do Projeto Lean

No capítulo anterior foi feita uma apresentação da situação existente na secção de Extrusão da UF Plasteuropa - Vila do Conde, aquando do início deste projeto, onde foram desde logo identificados alguns problemas.

Neste capítulo, será feita uma apresentação das ações de melhoria implementadas com o objetivo de eliminar ou reduzir esses e outros problemas que foram surgindo ao longo deste projeto, sempre com a finalidade de se atingirem os objetivos propostos para este projeto.

4.1 Os Registos de Controlo

Durante o período de diagnóstico da secção e do processo produtivo, foram detetadas falhas no cumprimento dos registos de controlo da secção. Falhas verificadas nos registos são de elevada gravidade, pois todos os dados que iremos obter com essa informação não representa a realidade e como tal poderão ser tomadas decisões erradas com base nessa informação.

No âmbito deste projeto, e face aos indicadores procurados, destacam-se dois impressos com extrema importância, o impresso RP e o impresso RT.

4.1.1 Ficha de Registo da Produção

Coincidente com a fase inicial deste projeto, encontrava-se a decorrer paralelamente outro projeto que visa a alteração do *layout* deste impresso. Como tal inseriu-se esse projeto de alteração neste projeto mais global.

Com vista a cumprir com todas as necessidades em termos de dados recolhidos, foram adicionados alguns campos a este impresso, onde se destaca o tempo de *Setup* e um campo para o registo de eventuais paragens não programadas que tenham ocorrido com um trabalho em particular. Foi também dada importância á facilidade com que os operadores poderão preencher este impresso, complementando-o com o máximo de informação possível com o objetivo de facilitar a vida ao operador. Este impresso pode ser consultado no Anexo B.

Acompanhando toda a fase de implementação deste impresso, dando grande importância à formação dada aos operadores, é possível afirmar que desde que as alterações a este impresso foram implementadas a quantidade e qualidade dos registos melhorou claramente.

4.1.2 Relatório de Turno

Este impresso existe como forma de comunicação entre as várias equipas de Extrusão e entre estas equipas e a equipa de Manutenção, é aqui que são registadas as avarias ocorridas nos equipamentos e todas as atividades extra processo produtivo realizadas pelas equipas durante o seu turno.

No entanto não foi atribuído nenhum responsável por este impresso, nem pela sua recolha e análise, o que resultou num acumular destes impressos na secção ao longo do tempo o que resultou no total desinteresse de todas as partes.

Embora as alterações feitas ao impresso RP tenham sido benéficas para o controlo do processo, este impresso está desenhado para o controlo de cada uma das OP e não para o estado geral dos equipamentos e da secção.

Preservando a ideia original deste impresso de servir de ponte de comunicação entre as equipas de Extrusão e Manutenção, realizaram-se algumas alterações ao *layout* deste impresso com dois objetivos em mente:

- Esquematizar os registos a efetuar por forma a reduzir o tempo e trabalho de preenchimento e para facilitar a sua leitura e interpretação;
- Adicionar campos de registo do desperdício de material realizado por equipamento, destacando todos os tipos de desperdício de material existentes.

Por forma a evitar-se que este impresso volte ao esquecimento por todas as partes, foi definida uma cadeia de responsabilidade, onde os operadores são responsáveis pelo preenchimento deste impresso, a equipa de Manutenção é responsável pela recolha e análise da sua informação entregando posteriormente este impresso à equipa de Gestão da Produção que é responsável pelo tratamento dos dados e posterior arquivo deste documento, o impresso RT pode ser consultado no Anexo C.

4.2 Os indicadores de Performance

Como foi analisado, os indicadores de performance existentes ou não estão a ser corretamente calculados ou não existem de todo. Como tal é necessária uma redefinição desses indicadores por forma a sistematizar o seu cálculo.

4.2.1 Redefinição do Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Embora este seja um indicador já em uso para analisar a performance da secção de Extrusão, o seu sistema de cálculo, não estando totalmente errado, não permite que se retirem todas as potencialidades do indicador, como tal é necessária uma revisão a este método.

Recorrendo à bibliografia consultada e às necessidades específicas da secção, foi feita uma redefinição do OEE definindo três indicadores, a Disponibilidade, o Desempenho e a Qualidade, onde cada um desses indicadores representa o impacto que respetivo grupo de perdas representa nas perdas totais do equipamento, correspondendo o OEE ao produto destes três indicadores.

- **Disponibilidade** - perdas resultantes de uma paragem completa do equipamento (equipamento sem produção), que não tenha sido uma paragem pré definida, ou seja, decidida pela equipa de Gestão da Produção.

Novo sistema de cálculo da Disponibilidade na Plasteuropa:

$$Disponibilidade (D) = \frac{Tempo \text{ Útil de Produção}}{Tempo \text{ Disponível de Produção}} \times 100 \quad (4.1)$$

- **Desempenho** - perdas resultantes de perdas de rendimento, quer essas sejam derivadas de reduções no débito do equipamento face ao esperado, quer sejam derivadas de operações de *Setup*.

Novo sistema de cálculo da Desempenho na Plasteuropa:

$$Desempenho (P) = \frac{Tempo \text{ Planeado de Produção}}{Tempo \text{ Útil de Produção}} \times 100 \quad (4.2)$$

- **Qualidade** - Representa todas as perdas derivadas da produção de material sem qualidade, que não seja justificável por nenhuma das situações referidas para os indicadores anteriores.

Novo sistema de cálculo da Desempenho na Plasteuropa:

$$Qualidade (Q) = \frac{Tempo Efetivo de Produção}{Tempo Planeado de Produção} \times 100 \quad (4.3)$$

Os conceitos de tempo indicados nas equações anteriores são resultado da subtração das várias perdas do processo. Definido pela Direção da Plasteuropa, que é quem marca as férias da secção, os equipamentos têm um Tempo Disponível de Ocupação.

Cálculo do Tempo Disponível de Ocupação:

$$Tempo Disponível de Ocupação(h) = n^o \text{ dias do Mês} \times 24 (h) - Férias (h) \quad (4.4)$$

Ao longo de todo o mês, em análise, nem todo o Tempo Disponível de Ocupação será realmente usado, por diversos motivos como a diminuição da procura que resulta numa falta de encomendas, ou até devido a intervenções preventivas de manutenção aos equipamentos, existem períodos em que os equipamentos poderão estar parados de forma consciente, a esse tempo dá-se o nome de Paragens Programadas e ao tempo que realmente foi reservado para produção Tempo Disponível para Produção.

Cálculo do Tempo Disponível para Produção:

$$\begin{aligned} Tempo Disponível para Produção (h) \\ &= Tempo Disponível de Ocupação (h) \\ &- Paragens Programadas (h) \end{aligned} \quad (4.5)$$

Até esta fase, todo o tempo que foi subtraído ao tempo disponível para o mês em questão não é considerado como uma perda no âmbito deste projeto, embora como já se referiu, um recurso parado corresponde sempre a uma perda.

Face às alterações realizadas aos impressos de controlo é agora possível saber-se com exatidão se ocorreram avarias ou outras paragens nos equipamentos e qual foi a sua duração. À soma do tempo perdido em todas as paragens deste tipo chama-se Paragens não Programadas, e a sua subtração ao Tempo Disponível para Produção resulta no Tempo Útil de Produção.

Cálculo do Tempo Útil de Produção:

$$\begin{aligned} Tempo Útil de Produção (h) \\ &= Tempo Disponível para Produção (h) \\ &- Paragens não Programadas (h) \end{aligned} \quad (4.6)$$

Todas as Paragens não Programadas correspondem às perdas identificadas pelo indicador Disponibilidade. Por sua vez, as Perdas de Rendimento estão associadas ao indicador Desempenho e resultam da soma do tempo perdido em operações de *Setup* e do tempo perdido em Perdas de Produtividade, fruto do funcionamento a um débito inferior ao esperado

dos equipamentos. Estes dois valores são obtidos recorrendo à informação recolhida no impresso RP, onde os operadores indicam o tempo perdido em *Setup* e o débito de cada trabalho. O Tempo Planeado de Produção resulta então da subtração das Perdas de Rendimento ao Tempo Útil de Produção.

Cálculo das Perdas de Rendimento:

$$\begin{aligned} \text{Perdas de Rendimento (h)} \\ = \text{Perdas de Setup (h)} + \text{Perdas de Produtividade (h)} \end{aligned} \quad (4.7)$$

Cálculo do Tempo Planeado de Produção:

$$\begin{aligned} \text{Tempo Planeado de Produção (h)} \\ = \text{Tempo Útil de Produção (h)} - \text{Perdas de Rendimento (h)} \end{aligned} \quad (4.8)$$

No que toca ao processo de extrusão, dadas as suas características, quando um produto acabado não cumpre com as especificações, produto defeituoso, não existe hipótese de se recuperar esse produto. Um produto defeituoso só tem duas soluções possíveis: ou cumpre com as especificações de outro produto e como tal pode ser utilizado dessa forma, ou então é tratado como desperdício e será encaminhado para reciclagem.

Como tal, as perdas realizadas no processo de extrusão apenas são contabilizadas como tempo perdido a produzir um material sem qualidade, não se contabiliza retrabalho porque não existe. Estas perdas são chamadas de Perdas de Qualidade e a sua subtração ao Tempo Planeado de Produção resulta no Tempo Efetivo de Produção, que corresponde ao tempo que o equipamento deveria demorar a produzir a quantidade de material bom que foi produzido. No caso de um equipamento sem perdas de qualquer tipo, o Tempo Efetivo de Produção será igual ao Tempo Disponível de Produção.

Cálculo do Tempo Efetivo de Produção:

$$\begin{aligned} \text{Tempo Efetivo de Produção (h)} \\ = \text{Tempo Planeado de Produção (h)} - \text{Perdas de Qualidade (h)} \end{aligned} \quad (4.9)$$

Todos estes cálculos foram sistematizados numa folha de cálculo, onde se agregou a recolha da informação necessária para se determinar os valores destes indicadores.

No final do mês de Setembro, após terem sido feitas as alterações aos impressos de controlo e ao sistema de cálculo do OEE, obtiveram-se os resultados, apresentados e comparados com os valores anteriores, no Gráfico 3 e na Tabela 6.

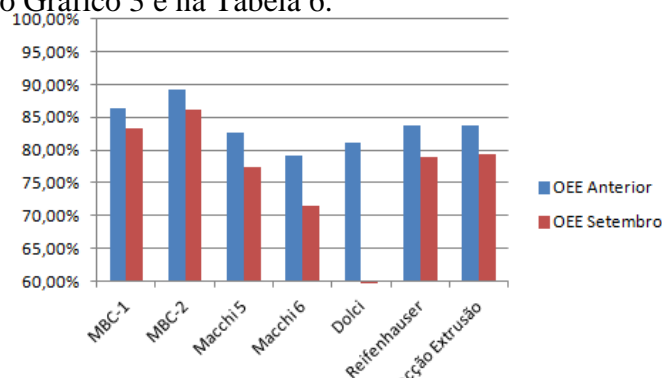


Gráfico 3 - Comparação entre os valores de OEE antigos e os Valores do OEE de Setembro após alterações

Tabela 6 - Comparação entre os valores de OEE antigos e os valores do OEE de Setembro após alterações

	MBC-1	MBC-2	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser	Média Secção
OEE Anterior	86,4 %	89,2 %	82,7 %	79,1 %	81,1 %	83,7 %	83,7 %
OEE Setembro	83,4 %	86,1 %	77,5 %	71,4 %	0,0 %	78,9 %	79,5 %

Comparando com os valores existentes anteriores verifica-se que houve um decréscimo do seu valor; isto não significa que se tenha piorado na secção, dado que ainda não se realizou nenhuma ação que possa ter impacto nas perdas do processo. No entanto foram feitas alterações à forma como os registos são feitos e como a sua informação é processada, significa que, com as mudanças realizadas, se melhorou a informação recebida e reduziu-se a informação perdida. No equipamento Dolci não existem registos dado que o equipamento não trabalhou durante todo o mês de Setembro por opção da Equipa de Gestão da Produção.

As melhorias na qualidade dos registos e a nova forma de cálculo do OEE permite agora também que se distinga os indicadores Disponibilidade, Desempenho e Qualidade de todos os equipamentos, como se pode ver no Gráfico 4 e na Tabela 7.

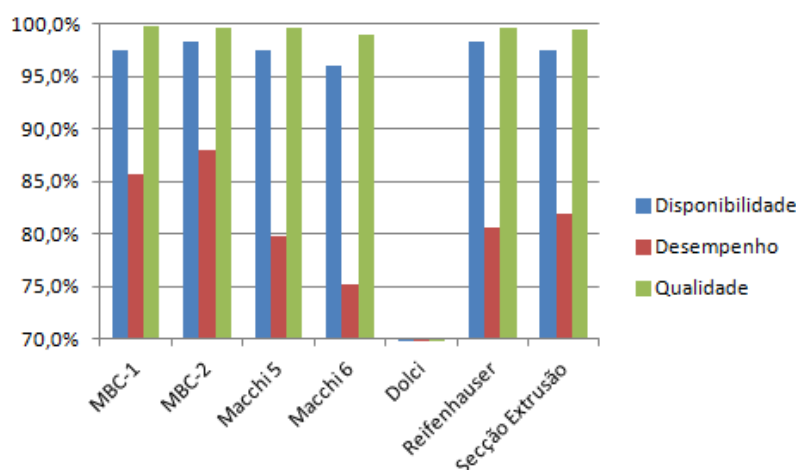


Gráfico 4 - Apresentação dos indicadores Disponibilidade, Desempenho e Qualidade no mês de Setembro

Tabela 7 - Apresentação dos indicadores Disponibilidade, Desempenho e Qualidade no mês de Setembro

	MBC-1	MBC-2	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser	Média Secção
Disponibilidade	97,5 %	98,3 %	97,4 %	96,0 %	0,0 %	98,3 %	97,5 %
Desempenho	85,7 %	87,9 %	79,8 %	75,2 %	0,0 %	80,6 %	81,8 %
Qualidade	99,8 %	99,6 %	99,7 %	98,9 %	0,0 %	99,6 %	99,5 %

Pode observar-se desde logo que o indicador que apresenta de forma consistente piores resultados é o Desempenho, o que significa que a grande maioria das perdas do processo

provêm de Perdas de Rendimento. Contudo com esta informação, pode-se agora definir um plano de ação que vise a eliminação ou redução destas perdas.

4.2.2 Redefinição da Taxa de Desperdício

Com o novo *Layout* do impresso RT, onde os operadores conseguem agora fazer um registo do desperdício realizado por equipamento durante o seu turno, combinado com a adição à secção de recipientes para recolha do desperdício, consegue-se agora controlar o desperdício que cada um dos equipamentos produz.

O sistema de cálculo, apresentado anteriormente, para a Taxa de Desperdício da secção de Extrusão pode ser adaptada agora para o caso dos equipamentos.

Cálculo da MP Consumida:

$$\begin{aligned} \text{Matéria Prima Consumida (kg)} \\ = \text{Produção Registada (kg)} + \text{Desperdício Registado (kg)} \end{aligned} \quad (4.10)$$

Tendo em consideração este método de cálculo para a MP consumida para cada um dos equipamentos da secção, pode-se então definir a Taxa de Desperdício para cada equipamento.

Cálculo da Taxa de Desperdício para os Equipamentos:

$$\begin{aligned} \text{Taxa de Desperdício (\%)} \\ = \frac{\text{Desperdício Registado (kg)}}{\text{Produção Registada (kg)} + \text{Desperdício Registado (kg)}} \times 100 \end{aligned} \quad (4.11)$$

Existe contudo a possibilidade de os operadores não estarem a registar todo o desperdício que realizam na secção. Para detetar esta situação foi criado um indicador novo: a percentagem de desperdício não contabilizado, que quanto menor melhor representa o empenho dos operadores.

Cálculo do Desperdício Total da Secção de Extrusão:

$$\begin{aligned} \text{Desperdício Total (kg)} \\ = \text{Matéria Prima Consumida (kg)} - \text{Produção Registada (kg)} \end{aligned} \quad (4.12)$$

$$\begin{aligned} \text{Desperdício Total (kg)} \\ = \text{Desperdício Registado (kg)} \\ + \text{Desperdício não Registado (kg)} \end{aligned} \quad (4.13)$$

Cálculo do Desperdício não Registado:

$$\text{Desperdício não Registado (\%)} = \frac{\text{Desperdício não Registado (kg)}}{\text{Matéria Prima Consumida (kg)}} \times 100 \quad (4.14)$$

Este indicador pode ser usado como confirmação de que a informação referente à quantidade de desperdício realizada na secção registada no RT corresponde à realidade.

Os equipamentos MBC-1 e MBC-2 são equipamentos exatamente iguais e funcionam neste momento quase num estado monoproduto a um débito muito reduzido; comparando com os outros equipamentos da secção o valor em quilogramas de desperdício que geram é muito inferior; como tal optou-se por não distinguir o desperdício entre estes dois equipamentos, considerando-se como apenas um equipamento.

No final do mês de Setembro, após todas terem sido realizadas as alterações referidas no que toca ao cálculo da Taxa de Desperdício para cada equipamento, tem-se uma primeira noção dos valores da Taxa de Desperdício para cada equipamento, que podemos consultar na Tabela 8:

Tabela 8 - Tabela de Desperdício dos Equipamentos no mês de Setembro

	MBC's	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser	Secção Extrusão
Produção Registada (kg)	37044	54173	30993	0	109410	231620
Desperdício Registado (kg)	2547	3214	1987	0	8257	16005
MP Consumida (kg)	39591	57387	32980	0	117667	255787
Taxa de Desperdício (%)	6,4 %	5,6 %	6,0 %	0,0 %	7,0 %	6,3 %
Desperdício Não Regis. (kg)	-	-	-	-	-	8162
Desp. não Regis. (%)	-	-	-	-	-	3,2 %
Taxa Total de Desperdício (%)	-	-	-	-	-	9,4 %

Nota: os valores a negrito correspondem a valores que, no caso do total da secção ao consumo de matéria prima durante o mês de Setembro, obtido via o controlo de *Stock*..

É visível que, no mês de Setembro, as intervenções realizadas até então ainda se encontram em fase de implementação dada a elevada Taxa de Desperdício não Registado, que significa que existe ainda uma grande parte de desperdício que não está a ser controlado pelos operadores. Contudo é de referir que pela primeira vez existem dados concretos sobre os níveis de desperdício de cada um dos equipamentos.

Agora que estão estabelecidos os sistemas de recolha e processamento da informação e o cálculo correto dos indicadores da secção, pode-se avançar para a implementação de ações concretas de redução de perdas.

4.3 Organização e Arrumação na Secção de Extrusão

No diagnóstico à situação existente na secção antes de se dar início ao projeto *Lean*, um dos problemas existentes mais evidentes, foi a falta de arrumação e organização deste local de trabalho.

A causa deste problema é facilmente identificável: não existem regras nem sistematização da arrumação; desta situação resulta que cada operador tende a resolver os seus problemas no momento sem pensar no global da secção nem nos constrangimentos que a sua solução poderá provocar no futuro.

Os três maiores consumidores de espaço na secção de Extrusão são: as paletes com bobines de produto acabado, as paletes com MP e os sacos de corantes ou auxiliares de processo. No caso das paletes com bobines de produto acabado, estas podem ser divididas em dois grupos: as que são para consumo interno na UF de Vila do Conde e as que são destinadas às restantes UF do Grupo ou ao Cliente Final. No entanto não existe nenhum critério na arrumação dos diferentes tipos de material a ser armazenado na secção de Extrusão.

Por forma a atacar este problema foi iniciada uma ação de melhoria baseada na ferramenta *Lean 5S*. Como foi referido no capítulo 2, esta ferramenta está dividida em cinco fases bem definidas e como tal a implementação desta ação de melhoria segue os mesmos princípios e ordenamento.

Na primeira fase desta implementação, a preocupação foi centrada no primeiro ponto desta ferramenta:

- **Seiri (Organizar)** - Separar o útil do inútil; identificar itens desnecessários que se encontram no posto de trabalho e eliminá-los;

Para tal e recorrendo às equipas já existentes na secção, juntando um elemento da equipa de Manutenção e um elemento da equipa de Armazém, foram feitas várias análises à secção, onde foram identificados vários objetos que não tinham necessidade de estar na secção, tais como:

- Paletes Partidas - colocadas no depósito de madeira para serem recolhidas;
- Paletes de MP que não estavam nem iriam estar em uso - recolhidas para o depósito de MP no armazém;
- Lixo de vários tipos - agrupado o lixo e colocado no recipiente próprio;
- Um misturador avariado - Transportado para o armazém da Manutenção, para aí aguardar decisão sobre o seu futuro;
- Desperdício Perdido - recolhido e entregue a UF da Maia para reciclagem.

Após se ter limpo a secção de tudo o que estava a mais, é necessário organizar a secção e definir o local próprio para cada objeto.

- **Seiton (Arrumação)** - Tem de haver um lugar para cada coisa e cada coisa deve estar no lugar. Definir locais mais apropriados para cada item, colocando os de uso mais frequente em locais de mais fácil acesso e manter todas os itens no seu local correspondente;

Como já se referiu, no que toca ao produto acabado, estes dividem-se em dois grupos: o grupo de consumo interno na UF de Vila do Conde e o de consumo externo, nas outras UF do grupo ou pelo cliente final, a ser transferido para o armazém de onde sairá, rumo ao seu destino seguinte.

O transporte do produto acabado pode ser feito de duas formas: recorrendo a um empilhador, no caso do produto acabado que é transportado para o armazém, ou recorrendo a um porta paletes, no caso do produto acabado que é consumido na UF de Vila do Conde. Como tal é importante que o produto acabado que vai ser transportado por empilhador se encontre num

local de fácil acesso, para desta forma se evitar acidentes ou constrangimentos provocados pelo empilhador dentro da secção de Extrusão.

No caso das paletes de MP, existem três pontos de abastecimento dos equipamentos: dois de grande volume, um junto à máquina Dolci para abastecimento dos Silos de Armazenagem e outro junto à máquina Reifenhauser para exclusiva alimentação deste equipamento. O terceiro posto refere-se aos misturadores de MP, que servem de complemento aos Silos ou então para misturar dois materiais diferentes antes destes chegarem ao equipamento. Como tal a melhor solução para esta situação é a criação de três áreas de armazenagem de MP que esteja a ser usada nos equipamentos e próximos das zonas de abastecimento.

Quanto à armazenagem dos Auxiliares de Processo e Corantes, esta deve ser feita num local onde se consiga agregar estes materiais com locais identificados para cada referência, onde não sejam confundidos ou misturados com a MP e por forma a facilitar o controlo do seu *Stock*.

Em conjunto com todos os envolvidos na secção, foi definido um *Layout* da secção de Extrusão, onde se encontram perfeitamente identificadas todas as zonas e para que tipo de ocupação serve cada zona. Este *Layout* foi complementado com a marcação do chão da fábrica das zonas definidas por forma a auxiliar no cumprimento das zonas definidas. Este *Layout* pode ser consultado no Anexo D.

Este *Layout* foi realizado recorrendo a um código de cores e numérico para se distinguir entre os vários tipos de ocupação de cada zona.

O passo seguinte na implementação da ferramenta 5S envolve a limpeza da secção; este é um tema crítico dado que um dos resultados do processo de extrusão é a acumulação de pó e gordura proveniente das MP; como tal, e também em conformidade com a Norma de segurança alimentar em vigor, é necessário manter a secção limpa.

- **Seiso (Limpeza)** - Indica a necessidade de manter o posto de trabalho limpo e a brilhar;

A ação de limpeza iniciada define que cada uma das equipas de extrusão é responsável por varrer a secção no fim do seu turno, de modo a evitar a acumulação de lixo e pó; ao mesmo tempo é imposto que os equipamentos sejam limpos com uma frequência semanal.

Por forma a garantir que estes princípios de arrumação e limpeza estão a ser cumpridos é realizada uma auditoria com frequência semanal, onde a equipa que se encontra no local é convidada a participar para avaliar em conjunto o estado de arrumação da secção e, ao mesmo tempo, interiorizar a necessidade de realizar este trabalho de arrumação todos os dias. Só mantendo um padrão elevado de arrumação se consegue obter vantagens com esta prática caso contrário estaremos a começar do zero todos os dias.

Desta forma estamos a dar enfoque aos dois últimos pontos desta ferramenta.

- **Seiketsu (Normalização)** - Definir uma norma geral de arrumação e limpeza do posto de trabalho que permita controlo e consistência;
- **Shitsuke (Auto Disciplina)** - Manter o standard e manter o posto de trabalho limpo e arrumado todos os dias, ano após ano.

Com a aplicação desta ferramenta consegue-se obter um padrão de arrumação na secção e consegue-se atribuir responsabilidades a cada uma das equipas que estão envolvidas na gestão do espaço da secção. Com isto ganha-se qualidade no ambiente de trabalho e diminuíram-se

os conflitos entre as equipas que estão, hoje, mais cooperantes entre si. Na Figura 12 é apresentado o Layout desenvolvido de arrumação da secção de extrusão.

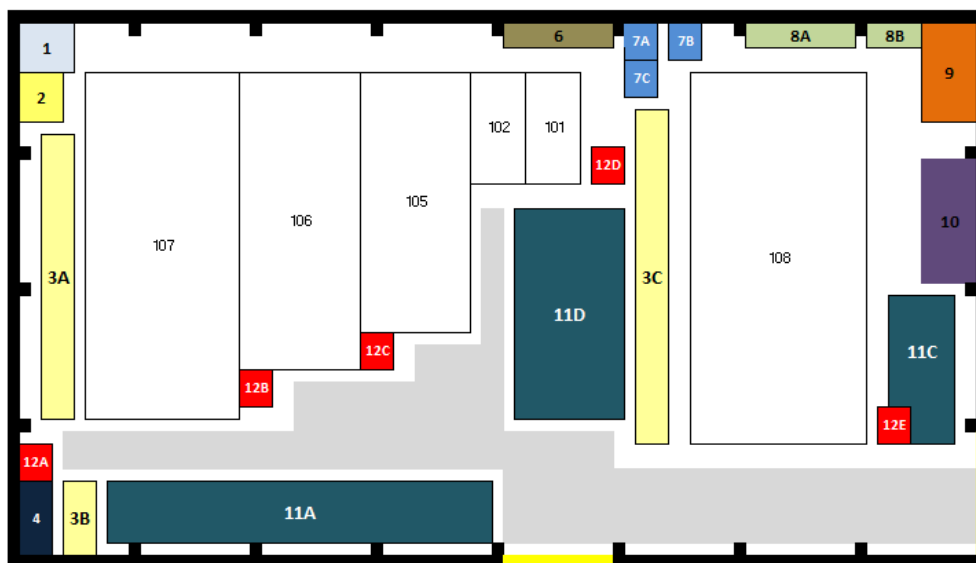


Figura 12 - Layout da Secção de Extrusão, com áreas de arrumação bem definidas e identificadas

Uma das consequências da melhor organização e arrumação da secção será a redução do desperdício perdido na secção, dado que existem reservatórios próprios para a recolha do desperdício não é desculpável que este não seja colocado no seu local próprio. Como tal espera-se que ao longo do projeto se verifique uma redução considerável na Taxa de Desperdício não Registado na secção de Extrusão.

4.4 Redução dos Tempos de Setup

Na análise do OEE recorrendo ao novo sistema de cálculo, observou-se que um dos maiores contributos para as taxas de eficiência dos equipamentos são as perdas resultantes de operações de *Setup*, e como tal, seria pertinente que este projeto se debruçasse na análise e resolução destas perdas.

Para atacar perdas deste tipo recorreu-se à utilização da ferramenta SMED, que permitiu sistematizar a recolha de informação e definir um sistema de abordagem para sistematicamente eliminar estas perdas.

Tal como já foi apresentado, o SMED é uma ferramenta cujo ciclo se encontra dividido em várias fases e, tal como seria de esperar, foi aplicada a mesma metodologia neste projeto. Na fase inicial esta ferramenta impõe que se faça uma análise concreta à situação vivida no *Gemba*, onde devem ser identificadas as várias tarefas de cada uma das operações de *Setup* existentes e separar essas várias tarefas em dois grupos: as tarefas internas e as tarefas externas. Neste caso concreto estes grupos foram definidos respeitando os seguintes pressupostos:

- **Tarefas Internas** - Todas as tarefas que têm que ser realizadas durante a mudança propriamente dita, isto é, são as tarefas que têm que ser realizadas durante o período em que o material produzido não respeita as especificações nem do trabalho anterior nem do trabalho seguinte;
- **Tarefas Externas** - Todas as tarefas que podem ser realizadas enquanto o equipamento se encontra a produzir material «Bom».

Esta definição é necessária porque, como já foi explicado, o processo de extrusão é um processo contínuo e em todas as mudanças realizadas o equipamento continua a produzir material, apenas será material que não respeita as especificações, esta questão está visível na Figura 13.

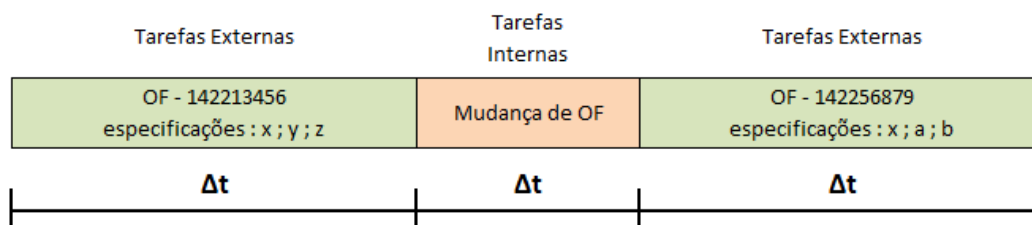


Figura 13 - Exemplo de uma mudança de trabalho no Processo de Extrusão, e a respetiva fase de execução de Tarefas Internas e de Tarefas Externas

Deu-se então início à aplicação da ferramenta SMED nas operações de *Setup* realizadas na secção de extrusão:

4.4.1 Fase 1 - Recolha de Informação

Por forma a registar de uma forma sistematizada todos os tipos de *Setup* realizados e todas as tarefas de cada uma dessas operações, foi criada uma ficha de Registo de Tarefas (IRT), onde se regista cada uma das tarefas, pela ordem em que foram realizadas, identificando a duração dessa tarefa e em que grupo de tarefas esta se insere. Esta ficha pode ser consultada no Anexo E.

No início da recolha desta informação foi visível a confusão instalada, pois cada mudança era realizada de forma completamente diferente mesmo quando realizada pela mesma equipa. Como tal o primeiro objetivo desta fase correspondeu a identificar todos os tipos de mudanças que ocorrem na secção, dentro de cada operação identificar todas as tarefas que são necessárias realizar e identificar em que grupo se inserem essas tarefas.

Recorrendo a este registo de informação foi possível encontrarem-se os tipos de *Setup* existentes e os tempos médios que cada uma dessas operações representava, referidos na Tabela 9.

Tabela 9 - Duração Média das operações de Setup antes da ação de melhoria

Operação de Setup	Duração Média (h)
Mudança de Temperatura	0:20 por cada 10°C de diferença
Mudança de Material	0:20 por material
Mudança de Corante	0:15
Mudança de Largura	0:10
Mudança de Espessura	0:05

4.4.2 Fase 2 - Sistematização das Tarefas

O Objetivo da segunda fase é a separação das tarefas internas das tarefas externas e garantir que cada uma dessas tarefas é realizada no *timing* correto.

Para auxiliar os operadores neste ordenamento das tarefas foi criada uma *Check List* a preencher pelos operadores, onde se faz um planeamento prévio da mudança a realizar; nessa *Check List* o Chefe de Equipa é convidado a analisar a mudança que irá realizar e recorrendo à informação disponibilizada planear a mudança, ordenando e distribuindo as várias tarefas que se irão ser realizadas pelos seus ajudantes.

Com a utilização regular deste impresso verificou-se uma melhoria clara na organização e sistematização das tarefas a realizar; combinando esta prática com a melhoria na arrumação e organização da secção, foram visíveis as reduções nas perdas de tempo com estas mudanças e situações como interrupções na mudança para realizar uma tarefa que já deveria ter sido realizada de antemão, foram minimizadas ao longo de todo o projeto.

4.4.3 Fase 3 - Redução do Tempo Médio de Cada Tarefa

Após se ter atingido um nível aceitável de regularidade nas várias mudanças realizadas, a próxima fase desta ferramenta contempla a redução do tempo médio perdido com cada tarefa a realizar, com vista a uma redução do tempo total das mudanças e, no global, do tempo perdido pelo equipamento.

A redução do tempo médio de cada tarefa recorreu também à aplicação da mesma ferramenta, o SMED, mas agora na ótica da tarefa em análise e com um grau de exigência menor.

▪ Limpeza do Sistema de Abastecimento de MP

Por modo a garantir um abastecimento contínuo e quantificável pelo equipamento, o sistema de alimentação dos equipamentos de extrusão envolve vários reservatórios intermédios de MP, como se pode verificar na Figura 14. Cada sistema de alimentação é composto pelos seguintes reservatórios:

- Silo ou Banheira de Alimentação - Reservatório onde o operador carrega a MP em questão;
- Tremonha Principal - Primeiro reservatório do equipamento;
- Doseador - Segundo reservatório do equipamento, onde se faz a pesagem e dosagem da MP em questão;
- Tubagens - Sistema de tubagens de ligação entre os vários reservatórios.

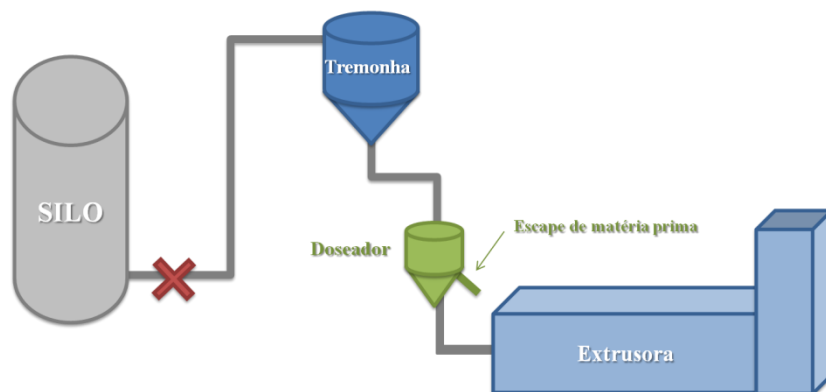


Figura 14 - Esquema do sistema de Alimentação de uma Extrusora

Regra geral a limpeza completa destes sistemas de alimentação demora cerca de dez minutos; isto acontece quando todo o sistema de abastecimento se encontra cheio de MP. Esta operação é composta pelos seguintes passos:

- 1) Desconectar a ligação entre o sistema de abastecimento e o Silo ou Banheira de alimentação da MP em uso;
- 2) Abertura do escape de MP, existente no Doseador, e recolha da MP;
- 3) Assim que todo o sistema estiver limpo até à entrada do Doseador, fechar a entrada de material para este reservatório e fechar o escape de MP;
- 4) Conectar a ligação entre o sistema de abastecimento e o Silo ou Banheira de alimentação da MP a usar;
- 5) Quando o sistema estiver completamente cheio até à entrada do Doseador, esvaziar o que restou de MP dentro do Doseador abrindo o escape de MP;
- 6) Abrir a entrada de MP para o Doseador após se ter fechado o escape de MP.

O maior problema desta tarefa de limpeza é que a partir do momento que se abre o escape de MP no Doseador, o equipamento perde a capacidade de calcular a quantidade de material que está a consumir, isto resulta em desequilíbrios no processo de extrusão e consequentemente a produção de material defeituoso, isto significa que a partir do momento em que se abre o escape entramos no grupo das tarefas internas de *Setup*.

Tabela 10 - Número de Sistemas de Alimentação e Duração Máxima de Mudança de MP por Equipamento

Equipamento	Nº de Sistemas de Alimentação	Tempo Máximo de Mudança de MP
MBC-1	4	0:40
MBC-2	4	0:40
Macchi 5	4	0:40
Macchi 6	4	0:40
Dolci	12	2:00
Reifenhauser	20	3:20

O sistema de recolha do material que se estava a retirar era baseado num operador a segurar num saco vazio de MP junto à saída de escape. Quando esse saco estivesse cheio, ou tivesse atingido máximo de peso que o operador conseguia suportar, o operador fechava o escape e ia esvaziar o saco para depois continuar com o processo de limpeza. Esta situação, para além de ser dolorosa e cansativa para o operador, era propícia a que ocorressem derrames de MP e representava um exagero de viagens entre o sistema de alimentação que se estava a limpar e o reservatório de MP.

Por forma a eliminar estes dois problemas, foram feitas algumas alterações à forma como se realiza esta tarefa:

- Redução da quantidade de MP a limpar - Por forma a reduzir-se a quantidade de MP a limpar sem perturbar o funcionamento do equipamento e a qualidade do produto, foi determinado que se deveria desligar a ligação do sistema de abastecimento do equipamento ao Silo ou Banheira de alimentação com algum tempo de antecedência, permitindo que o próprio consumo de MP do equipamento fosse limpando este sistema. No entanto em cada situação a cadência de consumo da MP é diferente; portanto definir um tempo padrão seria arriscado, pois poderia correr-se o risco de o equipamento esgotar todo o material antes do que seria suposto. Para evitar esta situação foi criada uma tabela de consulta onde, dependendo da velocidade de consumo do material em questão, o operador consegue saber com que antecedência deverá ser

desconectada a ligação, garantindo o mínimo de MP que será necessário limpar e que o equipamento não fica sem MP para processar;

- Melhoria no sistema de recolha da MP a limpar - Foram adicionadas tubagens ao escape de MP do Doseador de cada sistema de alimentação, que podem ser ligadas a baldes com pegas, que ficam pousados no chão enquanto enchem de MP. Desta forma reduz-se a carga que os operadores têm que suportar durante a limpeza. Com a ligação direta entre o escape de MP e o balde evitam-se derrames de MP e aumentou-se a quantidade de MP que se consegue recolher de uma só vez, reduzindo portanto o número de viagens que o operador terá que fazer.

A combinação destas duas medidas permitiu que no fim deste projeto, a mudança de MP seja agora realizada num tempo médio de dois minutos, representando uma redução de 80% no tempo perdido com estas operações.

Tabela 11 - Número de Sistemas de Alimentação e Duração Máxima de Mudança de MP por Equipamento após intervenção de melhoria

Equipamento	Nº de Sistemas de Alimentação	Tempo Máximo de Mudança de MP após intervenção de melhoria
MBC-1	4	0:08
MBC-2	4	0:08
Macchi 5	4	0:08
Macchi 6	4	0:08
Dolci	12	0:24
Reifenhauser	20	0:40

4.4.4 Fase 4 - Transformação de Tarefas Internas em Tarefas Externas

Face ao tempo dedicado às fases anteriores, na garantia da sua correta e regular implementação, esta fase encontra-se num estado mais atrasado de implementação; no entanto já foram iniciados alguns projetos no sentido de transformar algumas tarefas que até agora teriam que ser indiscutivelmente internas em tarefas externas. Dentro destes projetos destaca-se a transformação da mudança de largura numa atividade externa.

▪ Mudança de Largura, de Tarefa Interna para Externa:

A largura dos produtos de extrusão é definida pelo diâmetro do balão de extrusão; como tal numa mudança de largura o procedimento a executar é alterar o rácio de ar que é bombeado para o interior do balão com o que é retirado até se atingir o diâmetro pretendido.

Neste processo de mudança de largura resulta que em cima do produto acabado anterior se está a rebobinar material que, já não tendo a largura do trabalho anterior, ainda não tem a largura do trabalho seguinte; este material será retirado da bobine concluída no final da mudança, após se ter trocado de bobines, «lanhando» o material defeituoso que foi rebobinado em cima do material «Bom». Este processo de mudança de largura tem uma duração média de dez minutos e durante todo esse tempo estamos a produzir material sem utilidade.

No processo de extrusão, como foi explicado, existem dois tipos de produtos, as Mangas e os Filmes, e como se poderá entender esta intervenção apenas poderá ser aplicada para o caso dos Filmes.

O sistema de lâminas que cortam a Manga em dois filmes é complementado com outro sistema de lâminas que permitem que uma folha de filme possa ser dividida em duas ou mais folhas, o número máximo de pistas varia de equipamento para equipamento, mas no mínimo poderão ser sempre feitas duas pistas. Este sistema de Lâminas permite que um equipamento estenda o seu leque de larguras mínimas de extrusão de filmes.

A alteração sugerida consiste em utilizar este sistema de lâminas para se cortar o filme em três pistas, duas pistas sem utilidade que correspondem aos acertos laterais para garantir que se corta uma largura útil, concretamente temos duas situações de mudança de largura: quando aumentamos a largura e quando diminuimos a largura, para estas situações temos:

- Aumento de Largura - Quando aumentamos a largura, colocamos duas lâminas por forma a garantir que cortamos uma pista com a mesma largura do trabalho anterior, conforme a largura vai aumentando, as lâminas irão cortar o excesso de material mantendo sempre a largura anterior, quando o filme atingir a largura da OP seguinte então trocamos de bobines e retiramos as lâminas;
- Diminuição de Largura - Quando diminuimos a largura o processo é semelhante, no entanto começasse por colocar as lâminas à largura da OP seguinte, corta-se imediatamente a bobine para a OP seguinte e mantêm-se as lâminas até que a largura de extrusão atinga o valor pretendido.

Desta forma consegue-se realizar uma mudança de largura em virtualmente tempo nenhum, resultando desta mudança apenas algum desperdício de material mas que em todo o caso será sempre menor do que o que é produzido pelo sistema anterior.

4.4.5 Conclusão à Ferramenta SMED

A utilização desta ferramenta na redução dos tempos perdidos com operações de *Setup* realizadas na secção de extrusão, contribuiu com uma clara redução destes tempos, e consequentemente, na quantidade de desperdício produzido nesta secção.

4.5 Redução do Desperdício Produzido

Com a sistematização da recolha de informação pertinente, nomeadamente do desperdício realizado, foi possível dividir-se o desperdício em três categorias:

- Fita;
- Bobines;
- Solto.

O desperdício em Fita corresponde ao desperdício que é realizado quando o filme produzido é cortado nos seus extremos; este procedimento existe para garantir a largura do produto final com maior exatidão e é apenas necessário quando o material é produzido em equipamentos em que o controlo de largura não respeita os limites estabelecidos ou por imposição do cliente, que exige uma rebobinagem perfeita.

No entanto o sistema de transformação de Manga em Filme é mais simples e rápido de fazer quando se usa o sistema de corte de Fita, como tal o processo de tirar Fita acaba por ser mais

comum do que o que seria desejável, particularmente nos equipamentos em que a velocidade de produção é mais elevada. Isto resulta numa quantidade exagerada de desperdício.

O desperdício Solto corresponde ao material que é «lanhado» das bobines de produto acabado, que por terem sido usadas numa mudança do equipamento ficaram com material «mau» que é necessário cortar.

O desperdício de Bobines corresponde a bobines de material que não respeitam nenhuma especificação e como tal são desperdício. Estas podem vir de mudanças realizadas nos equipamentos, ou mais raramente de algum defeito encontrado, este tipo de desperdício para além de ser mais fácil de transportar é também utilizado pela secção de Impressão nos seus acertos, e como tal tem alguma utilidade no universo do Grupo.

O procedimento de tratamento do desperdício impõe que todo o material produzido que não respeita as especificações é recolhido e transportado para a UF da Maia onde será reciclado e reutilizado. No entanto para poupar espaço em transporte, todo o desperdício proveniente de Fita ou de material Solto terá que ser previamente compactado, e cabe aos operadores da secção proceder a essa compactação.

O material Solto tem a maior parte da sua origem nas operações de *Setup*, em que os operadores procedem às alterações das especificações enquanto o material «Mau» está a ser rebobinado em cima do material «Bom» sendo que no fim da operação de mudança este material «Mau» é «lanhado» e retirado da bobine. Este processo para além de ser extremamente trabalhoso para os operadores, que para além do trabalho de corrigir os erros feitos durante a mudança na bobine de material «Bom», estão também a contribuir para a criação do tipo de desperdício que mais trabalho lhes dá a processar.

Para além desta questão, «lanhar» uma bobine não é uma tarefa simples, primeiro porque o operador não consegue ver exatamente onde começou a mudança e também porque numa bobine em que cada camada tem uma espessura de alguns microns, é extremamente fácil cortar mais material do que se queria. Destes dois problemas resulta que se gere ainda mais desperdício do que já foi gerado com a operação de *Setup*.

Com a aplicação da ferramenta SMED e da resultante redução do tempo de *Setup*, o desperdício gerado com estas operações foi reduzido; no entanto os problemas descritos anteriormente mantêm-se e como tal, mais ações teriam que ser implementadas para eliminar estes problemas.

O objetivo das mudanças feitas é o de transformar o desperdício Solto, gerado por se realizarem operações de *Setup* em cima do trabalho anterior, em desperdício de Bobines. Como tal os operadores foram encorajados a sempre que realizassem qualquer tarefa de mudança, que a realizassem numa bobine nova que depois pudesse ser entregue à secção de impressão. Desta forma consegue-se evitar a criação de desperdício a mais do que é necessário e reduzir a carga de trabalho dos operadores com o processamento do desperdício.

No que toca à redução de Fita, a abordagem utilizada passou pela sensibilização dos operadores em que o trabalho que estes estavam a poupar evitando usar o sistema de abertura de manga era no entanto gerador de mais trabalho no final pois teriam que arrumar, pesar, registar e compactar todo este desperdício. Nesta situação não foi usada nenhuma ação concreta dado que a forma de evitar este género de desperdício já existe e está implementada, apenas se teve que motivar os operadores para o seu uso.

A grande medida realizada na busca de uma menor criação de desperdício na secção foi a sensibilização dos operadores. Com a implementação de medidas que visaram a redução de tempos de mudanças e a organização da secção, a Taxa de Desperdício sofreu grandes reduções.

O desperdício que não foi afetado por essas medidas foi reduzido sensibilizando os operadores com vista a uma redução da sua carga de trabalho.

4.6 Gestão Visual

Ao longo deste projeto, com o objetivo de envolver as equipas da secção e de estimular o desejo de melhoria e de atingir os objetivos, foram sendo disponibilizadas e criadas formas de informação visual de auxílio dos operadores.

Combinando a informação disponibilizada por alguns impressos foram criados quadros visuais, onde se destacam:

- Layout de arrumação da secção;

No âmbito da ferramenta 5S foi desenvolvido um *Layout* de arrumação da secção que define as áreas de arrumação e o que deve ser arrumado em cada uma dessas áreas. Este *Layout* foi então impresso, moldurado e colocado na secção de extrusão por forma a servir de referência e auxílio aos operadores.

- Dashboard de indicadores;

Quando falamos nos objetivos para a secção, alguns dos conceitos são estranhos e incompreensíveis para alguns operadores; no entanto estando eles tão envolvidos na obtenção dos objetivos, é necessário que consigam acompanhar as evoluções vividas na secção. Para tal foi desenvolvido um quadro de informação onde, com uma frequência semanal, os operadores são informados da evolução dos vários indicadores, traduzidos para uma linguagem que estes entendam. Este *Dashboard* pode ser consultado no Anexo F, e conta com as seguintes informações:

- Tempo perdido em avarias, limpezas e outras paragens, por equipamento;
- Tempo total perdido em operações de *Setup*, com indicação do tempo médio por mudança até ao momento;
- Velocidade média do equipamento;
- Total de Falhas de qualidade por equipamento;
- Total de Desperdício realizado na secção por equipamento e por tipo de desperdício.

Com a criação deste *Dashboard* pretende-se criar algum sentimento de competitividade entre as várias equipas na busca dos objetivos definidos e na melhoria contínua da secção.

- Identificação dos sistemas de alimentação.

Nos equipamentos com mais do que 4 sistemas de alimentação, um dos maiores problemas encontrados pelos operadores em operações de mudanças de MP era a correta identificação do sistema que pretendiam mudar, dado que estes sistemas são todos iguais.

Para resolver este problema foi criado um código alfanumérico de identificação de todos os sistemas, respeitando o código que já existia nas OP, para facilitar a identificação do sistema que se procura, reduzindo-se assim drasticamente o tempo perdido nesta operação e o risco que algum operador trocar a MP errada.

5 Resultados Obtidos

Com a aplicação das ações de melhoria descritas anteriormente pretendeu-se atingir os objetivos para este projeto, seguidamente serão apresentadas as evoluções dos vários indicadores ao longo de todo o projeto e a situação final.

5.1 A evolução da Disponibilidade

Não tendo havido intervenção direta nas causas das perdas que influenciam este indicador não se esperam grandes variações, espera-se que o seu valor se mantenha praticamente estável ao longo do projeto. Dado que este indicador apresentou desde logo um valor aceitável de perdas, quando comparado com outros, não se justificou a intervenção nas suas perdas, no entanto tem-se conhecimento da sua existência e a sua análise e resolução deve ser tida em conta em projetos futuros.

Na Tabela 12 está apresentada a evolução deste indicador ao longo de todo o projeto e para cada um dos equipamentos, pode-se também verificar no Gráfico 5 a evolução do indicador numa ótica global da secção.

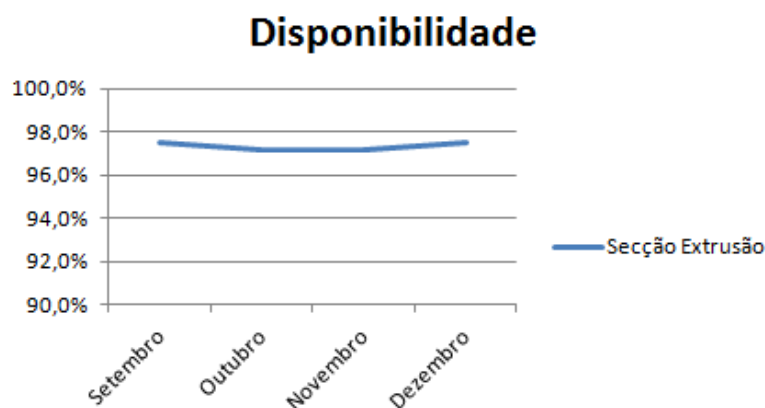


Gráfico 5 - Evolução do indicador Disponibilidade médio da Secção de Extrusão ao longo do Projeto

Tabela 12 - Evolução do indicador Disponibilidade do longo do Projeto

Disponibilidade	MBC 1	MBC 2	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser	Secção Extrusão
Setembro	97,5 %	98,3 %	97,4 %	96,0 %	-	98,3 %	97,5 %
Outubro	97,9 %	98,6 %	97,2 %	95,5 %	95,8%	97,9 %	97,2 %
Novembro	97,1 %	-	97,5 %	94,6 %	98,0%	98,6 %	97,2 %
Dezembro	97,4 %	-	97,1 %	95,9 %	98,5%	98,7 %	97,5 %
Evolução	- 0,1 %	-	-0,3 %	-0,1 %	2,7%	0,4 %	0,0 %

Tal como esperado, não se verificaram grandes alterações, a nível do indicador Disponibilidade, para todos os equipamentos; inclusive, na secção de extrusão, o valor médio do indicador Disponibilidade não apresentou variações entre o valor no mês de Setembro, início do projeto, e o valor no mês de Dezembro, fim do projeto. Este indicador apresenta

perdas médias na ordem dos 3%, como tal existem perdas mas dado o seu valor tão baixo não se justificaram ações no âmbito deste projeto.

5.2 A Evolução do Desempenho

Foi no indicador de Desempenho que se centraram as ações de melhoria realizadas na secção de extrusão, no âmbito deste projeto. O objetivo das ações de melhoria realizadas era o de reduzir claramente o tempo que se perde em operações de *Setup* e com essas reduções verificar um aumento claro no indicador Desempenho para todos os equipamentos.

No Gráfico 6 está representado o valor médio do indicador Desempenho para a secção de extrusão, complementado com a Tabela 13, onde estão apresentados os valores deste indicador ao longo dos quatro meses de duração do projeto, por equipamento.



Gráfico 6 - Evolução do Indicador Desempenho médio da Secção de Extrusão ao longo do Projeto

Tabela 13 - Evolução do Indicador Desempenho ao longo do Projeto

Desempenho	MBC 1	MBC 2	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser	Secção Extrusão
Setembro	85,7 %	87,9 %	79,8 %	75,2 %	-	80,6 %	81,8 %
Outubro	86,3 %	88,7 %	82,1 %	76,4 %	81,4%	82,4 %	82,9 %
Novembro	87,0 %	-	86,2 %	79,1 %	83,6%	86,6 %	84,5 %
Dezembro	87,2 %	-	87,6 %	82,4 %	87,9%	88,1 %	86,6 %
Evolução	1,5 %	-	7,8 %	7,2 %	6,5%	7,5 %	4,8 %

É visível a evolução positiva que o indicador Desempenho teve ao longo do projeto, tendo atingido um ganho médio na ordem dos 5%. Este resultado deve-se ao sucesso das ações de melhoria implementadas na secção, com especial destaque para a ferramenta SMED, que permitiu uma redução considerável no tempo perdido em operações de *Setup*.

No caso do equipamento MBC-1 os ganhos não foram tão expressivo por dois motivos, primeiro porque este equipamento, juntamente com a máquina MBC-2, trabalham quase exclusivamente em regime de mono produto, logo as suas mudanças são muito mais estandardizadas e ocorrem com muito menos frequência, em segundo porque dado o valor já

elevado de Desempenho que estes dois equipamento apresentavam no início, os ganhos conseguidos acabam por ter um menor impacto.

Nota para a ausência de dados para a máquina MBC-2 a partir do mês de Novembro. Esta ausência deve-se ao facto de que este equipamento não operou durante os meses de Novembro e Dezembro. Contudo dada a sua semelhança ao equipamento MBC-1 assume-se que estes dois equipamentos apresentam ganhos na mesma ordem de grandeza.

5.3 Evolução da Qualidade

Tal como para o indicador Disponibilidade, não foram realizadas ações de melhoria com o objetivo de diretamente afetar o indicador Qualidade. Esta decisão foi tomada devido aos elevados valores que este indicador apresenta no início do projeto, face ao indicador Desempenho.

Espera-se, contudo, que não tenham ocorrido aumentos nas perdas que influenciam este indicador, com a implementação de melhorias na organização da secção e nas operações de *Setup*, espera-se que, a haver variações, estas sejam sempre positivas.

No Gráfico 7, é apresentada a evolução do indicador Qualidade média para a secção de extrusão ao longo deste projeto, complementado com a Tabela 14, onde está apresentado o valor deste indicador para cada um dos equipamentos ao longo do projeto e a respetiva evolução.

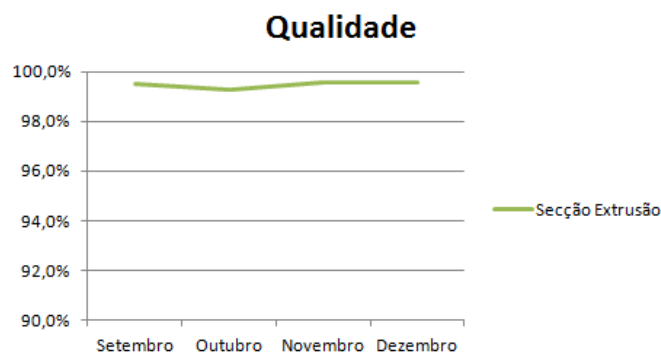


Gráfico 7 - Evolução do Indicador Qualidade média da Secção de Extrusão ao longo do Projeto

Tabela 14 - Evolução do Indicador Qualidade ao longo do Projeto

Qualidade	MBC 1	MBC 2	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser	Secção Extrusão
Setembro	99,8 %	99,6 %	99,7 %	98,9 %	-	99,6 %	99,5 %
Outubro	99,8 %	99,7 %	99,6 %	98,6 %	98,6%	99,5 %	99,3 %
Novembro	99,9 %	-	99,4 %	99,1 %	99,6%	99,9 %	99,6 %
Dezembro	99,7 %	-	99,5 %	99,4 %	99,1%	99,8 %	99,6 %
Evolução	- 0,1 %	-	-0,2 %	0,5 %	0,8 %	0,2 %	0,1 %

Como se pode constatar, a variação do indicador Qualidade ao longo do projeto foi praticamente desprezável, apenas um ganho de 0,1%. Como foi referido, não foram realizadas ações de melhoria com o objetivo de eliminar as causas destas perdas, no entanto com a

melhor organização conseguida na secção conseguiram-se obter pequenos ganhos. Este indicador poderá ser alvo de intervenção em projetos futuros, no entanto ainda existe uma maior prioridade na melhoria dos indicadores Desempenho e Disponibilidade.

5.4 A Evolução do OEE

Como vimos todos o indicador Desempenho teve uma melhoria significativa com a realização deste projeto, concretamente com a implementação da ferramenta SMED, no entanto também o indicador Qualidade apresentou algumas melhorias para alguns equipamentos, fruto da melhor organização da secção, quanto ao indicador Disponibilidade não esperávamos, nem obtivemos, evoluções dado que nenhuma ação de melhoria teve incidência nas perdas deste indicador.

Fruto desta evolução favorável de dois indicadores, espera-se que o OEE de cada um dos equipamentos apresente uma evolução clara de melhoria, tal como é objetivo. No Gráfico 8 é apresentado o OEE médio da secção de extrusão; na Tabela 15 temos apresentados os valores deste indicador para cada um dos seis equipamentos da secção para cada um dos quatros meses de duração deste projeto.

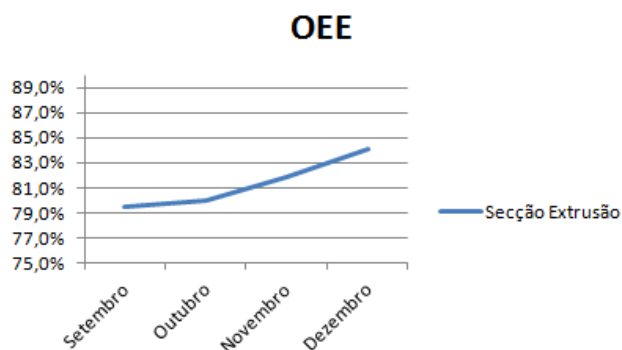


Gráfico 8 - Evolução do Indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) médio da Secção de Extrusão ao longo do Projeto

Tabela 15 - Evolução do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) ao longo do Projeto

OEE	MBC 1	MBC 2	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser	Secção Extrusão
OEE Referência	86,4 %	89,2 %	82,7 %	79,1 %	81,1%	83,7 %	83,7 %
Setembro	83,4 %	86,1 %	77,5 %	71,4 %	-	78,9 %	79,5 %
Outubro	84,3 %	87,2 %	79,5 %	71,9 %	76,9%	80,3 %	80,0 %
Novembro	84,4 %	-	83,5 %	74,2 %	81,6%	85,3 %	81,8 %
Dezembro	84,7 %	-	84,6 %	78,5 %	86,1%	86,8 %	84,1 %
Evolução da referência	- 1,7	-	1,9 %	- 0,6 %	5,0%	3,1 %	1,5 %
Evolução do Projeto	1,3 %	-	7,1 %	7,1 %	9,2%	7,9 %	6,5 %

Constatamos que houve realmente uma evolução positiva do OEE médio da secção ao longo de todo este projeto, como tal pode afirmar-se desde já que o primeiro objetivo, de se verificar um aumento claro do OEE dos equipamentos da secção, foi alcançado.

Contudo a declaração anterior é feita se tomarmos por base que o valor inicial do OEE é o valor apresentado para o mês de Setembro, e como tal é com base nessa consideração que é calculado o valor para a Evolução do Projeto. Com base nos problemas encontrados na recolha de informação existente antes do início deste projeto e no método de cálculo deste indicador, considera-se que o valor apresentado para o mês de Setembro é uma representação mais exata do estado da secção antes do início do projeto.

No entanto, se quisermos comparar os valores atuais com os valores de referência existentes antes do início do projeto, verifica-se que no global da secção obteve-se mesmo assim um aumento deste indicador. Há contudo dois equipamentos que apresentam uma situação pior do que a inicial de referência, mas verificando a evolução positiva deste indicador ao longo dos quatro meses, pode esperar-se que se atinja e ultrapasse o valor de referência num futuro próximo, com a contínua solidificação das ações realizadas.

5.4.1 As Poupanças Conseguídas

Um aumento do indicador OEE traduz-se numa redução do tempo perdido pelo equipamentos, o que corresponde a uma redução dos custos que a organização tem com esse equipamento. Na Tabela 16 estão apresentadas as poupanças conseguidas com este projeto para a secção de extrusão e para cada um dos equipamentos, os valores apresentados são referentes a um mês de trinta dias em que todos os equipamentos apresentaram uma Taxa de Ocupação de 100%, isto é, o equipamento não esteve parado nenhum tempo por decisão da administração:

Tabela 16 - Poupanças geradas com o Projeto ao nível das Perdas de Eficiência dos Equipamentos

OEE	MBC 1	MBC 2	Macchi 5	Macchi 6	Dolci	Reifenhauser	Secção Extrusão
Tempo Útil	720:00	720:00	720:00	720:00	720:00	720:00	4320:00
OEE Ref.	86,4 %	89,2 %	82,7 %	79,1 %	81,1%	83,7 %	83,7 %
OEE Set.	83,4%	86,1 %	77,5 %	71,4 %	76,9%	78,9 %	79,5 %
OEE Final	84,7 %	87,2 %	84,6 %	78,5 %	86,1%	86,8 %	84,1 %
Perdas Ref.	97:55	77:45	124:33	150:28	136:04	117:21	704:09
Perdas OEE Set.	119:35	100:22	162:03	205:56	166:23	151:49	906:10
Perdas OEE Final	110:19	92:11	110:37	154:27	100:21	95:10	663:07
Custo (€ / h)	15	15	28	50	65	120	-
Custo Perdas Referência	1470 €	1170 €	3490 €	7530 €	8850 €	14100 €	36575 €
Custo Perdas Setembro	1800 €	1500 €	4500 €	10300 €	10800€	18200 €	47200 €

Custo Perdas Final	1650 €	1380 €	3100 €	7700 €	6500 €	11400 €	31800 €
Poupança Referência	-190 €	-220 €	390 €	- 200 €	2300 €	2700 €	4800 €
Poupança Projeto	140 €	120 €	1450 €	2600 €	4300 €	6800 €	15000 €

Como podemos ver, seja qual for a referência que se assume, este projeto garantiu uma redução de custos de operação para a empresa, para a situação apresentada, em que os equipamentos operaram continuamente num mês de trinta dias, com as ações de melhorias implementadas na redução do tempo perdido em operações de *Setup*, conseguiu-se uma poupança de 15.000 € na secção de extrusão.

5.5 A evolução da Taxa de Desperdício

Com a introdução de metodologias que contribuíram para uma melhor organização da secção, e na redução do tempo que se perde em *Setup*, a evolução da Taxa de Desperdício espera-se terá uma evolução de redução drástica.

A melhor organização da secção permitirá que menos material perdido se deite fora, e que o desaparecimento da desorganização melhore as condições de trabalho e evite o aparecimento de desperdício desnecessário.

Como os equipamentos de extrusão se mantêm em contínua produção é importante que todas as mudanças e operações que resultem na produção de material «Mau» sejam eliminadas ou reduzidas. Com a utilização da ferramenta SMED pretendeu-se reduzir todas as operações de *Setup* por forma não só a reduzir o tempo que se perde nestas operações mas também a quantidade de material «mau» que se produz.

Na Tabela 17 seguinte é possível observar a evolução positiva da Taxa de Desperdício ao longo deste projeto:

Tabela 17 - Evolução da Taxa de Desperdício ao longo do Projeto

Taxa de Desperdício	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Referência
MBC-1 / MBC-2	6,4 %	5,1 %	4,9 %	4.1 %	-
Macchi 5	5,6 %	5,1 %	4,8 %	4.7 %	-
Macchi 6	6,0 %	5,4 %	4,9 %	4.4 %	-
Dolci	-	7,5 %	4,5 %	4.0 %	-
Reifenhauser	7,0 %	6,3 %	5,8 %	4.8 %	< 5,0 %
Desp. Registado (%)	6,3 %	5,6 %	5,2 %	4.4 %	-
Desp. não Registado (%)	3,2 %	2,6 %	1.8 %	1.3 %	< 3.2 %
Secção Extrusão	9,4 %	8,3 %	6.9 %	5.7 %	< 7,2 %

Podemos observar que com as ações de melhoria realizadas, nomeadamente a redução do tempo perdido em operações de *Setup*, as reduções na Taxa de Desperdício de cada um dos

equipamentos foram conseguidas. Concretamente no caso da máquina Reifenhauer, atingiu-se o objetivo proposto de uma Taxa de Desperdício menos do que 5%, tendo-se atingido um valor de 4,8 % com margem ainda para mais reduções.

No que toca a percentagem de desperdício que não é registado pelos operadores, de frisar uma redução clara deste indicador ao longo deste projeto, significando que as medidas implementadas de organização e arrumação da secção, recorrendo a ferramenta 5S, foram bem sucedidas.

5.5.1 As Poupanças Conseguidas

Com a redução da Taxa de Desperdício de todos os equipamentos, e consequentemente da secção de extrusão, é real a poupança que a organização conseguiu fazer nestas perdas, concretamente na Tabela 18 estão apresentados os ganhos desta redução, considerando-se para o efeito um custo médio de 1,3 €/kg para toda a matéria prima consumida:

Tabela 18 - Poupanças geradas com o Projeto e resultante redução na Taxa de Desperdício

Poupanças	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Mês tipo de 30 dias
MP Consumida (Kg)	255.787	223.847	346.587	251.045	269.317
Total Desperdício (kg)	24.167	18.468	24.007	14.228	15.351
Taxa de Desperdício (%)	9.4 %	8,3 %	6,9 %	5,7 %	5,7 %
Taxa de Referência (%)	7.2 %	7.2 %	7.2 %	7.2 %	7.2 %
Custo Desp. (Taxa Atual)	31.417 €	24.008 €	31.209 €	18.496 €	19.956 €
Custo Desp. (Taxa Ref.)	23.942 €	20.952 €	32.441 €	23.498 €	25.208 €
Poupança	- 7.475 €	- 3.056 €	1.231 €	5.001 €	5.252 €

Como se pode ver, para a situação de um mês de 30 dias com uma Taxa de Ocupação de 100%, considerando as perdas já discriminadas anteriormente no indicador OEE, tem-se um consumo mensal médio de 269317 kg de MP, com as ações de melhoria implementadas, não só à redução de tempo de *Setup*, mas também na melhoria da organização e arrumação da secção, consegue-se hoje uma poupança média mensal de 5200 € em desperdício realizado na secção de extrusão, um ganho considerável.

6 Projetos Futuros em curso

Um dos objetivos secundários deste projeto é o estabelecimento de uma cultura *Lean* na organização por forma a auxiliar projetos futuros a iniciar na organização. Como tal é importante que se estabeleça uma filosofia de constante procura dos problemas com o intuito de os eliminar.

Com vista a esta continuidade foi iniciado um projeto FMEA aplicado à secção de extrusão, onde recorrendo a uma equipa interdisciplinar, que conta com elementos ligado à área Comercial, à Gestão da Produção, à Manutenção e com elementos das equipas de extrusão.

Este projeto centra-se nos princípios da ferramenta FMEA, onde o objetivo é o de encontrar potenciais problemas com o equipamento, com os processos ou com os produtos; proceder a análise desses problemas e iniciar a sua eliminação progressiva com vista a uma melhoria dos indicadores da secção, em linha com os obtidos neste projeto.

Como forma de auxílio à ferramenta FMEA, foi desenvolvida uma Ficha de Controlo, que pode ser consultada no Anexo G. Nesta Ficha de Controlo, a equipa envolvida neste projeto pode inserir todos os potenciais problemas que detetar, identificar todas as potenciais causas desses problemas e para cada situação calcular o RPN de cada falha, recorrendo às tabelas de análise dos três indicadores, Probabilidade de Ocorrência, Severidade da Falha e Probabilidade de Detecção. Com esta informação podem então definir-se as ações corretivas a implementar, com uma prioridade baseada no RPN.

No entanto este sistema analisa cada falha e correspondente solução isoladamente, o que pode levar a situações em que se inicia uma ação corretiva apenas baseada no RPN da falha correspondente, não tendo presente o bem maior para a empresa de um situação em que uma ação corretiva para uma falha pode solucionar outras falhas ao mesmo tempo, e embora nenhuma dessas falhas apresente um risco tão grande como outras a sua ação conjunta poderá representar um ganho maior para a organização.

Por forma a evitar este problema, foi desenvolvida também uma Árvore de Resolução de Problemas, onde para cada problema detetado são identificadas as várias soluções possíveis para esse mesmo problema, e com esta informação conseguimos detetar melhor quais as ações de melhoria mais vantajosas.

Para garantir que será de facto escolhida a ação corretiva mais benéfica para a organização, estas duas ferramentas são ainda complementadas com uma outra, a Matriz de Prioridade, onde com base em dois critérios, o Benefício para a Organização e o Custo de implementação, as várias ações são analisadas por forma a se encontrar sem sombra de dúvida as ações mais vantajosas para a organização que podem ser realizadas com um menor custo de implementação.

Espera-se então que recorrendo a estas três ferramentas em conjunto, as equipas da Plasteuropa tenham uma base sólida para todos os projetos futuros a realizar nesta organização.

7 Conclusão

Durante a realização deste projeto ficou claro que o sistema utilizado anteriormente na Plasteuropa não seria o mais adequado, isto porque a informação transmitida às equipas de gestão não era a pretendida nem representava a realidade existente na secção de extrusão.

Como tal a alteração do sistema de determinação dos indicadores pretendidos e as melhorias no método de recolha da informação foi por si só uma melhoria concreta, dado que a partir desse ponto foi possível transmitir a informação pretendida de uma forma real e concreta.

Face a estas alterações este projeto acabou por ter dois pontos de partida distintos, um definido como o estado da secção antes do início do projeto, e outro definido após a primeira recolha de informação com o novo sistema.

Qualquer que seja o início que escolhamos os resultados apresentados são significativamente positivos, todos os equipamentos da secção de Extrusão apresentaram um aumento significativo do seu indicador OEE, no entanto caso escolhamos como início a situação antes do projeto, nem todos os equipamentos apresentam hoje um valor superior ao inicial. Contudo tendo em conta a evolução que esse indicador apresentou durante o projeto, tudo indica que, caso não sejam perdidas as medidas implementadas, os equipamentos continuarão a melhorar os seus indicadores.

No global da secção as medidas de redução de tempo perdido em operações de *Setup* permitiu que hoje se consiga uma poupança de aproximadamente 5000€ mensais (no pior cenário) e com perspetivas de aumentar ainda mais esse valor, com a contínua implementação de melhorias e sustentação das já realizadas.

No que toca ao segundo objetivo deste projeto, o de conseguir uma Taxa de Desperdício inferior a 5% para o novo equipamento, a máquina Reifenhauser, este foi atingido sem sombra de dúvidas. Não existindo informação prévia deste indicador até ao início do projeto não temos dúvidas quanto à definição do ponto inicial.

Com a implementação de melhorias que visam a sensibilização dos operadores para a utilização das ferramentas que já dispunham para a redução de desperdício, complementadas com melhorias no que toca à organização e arrumação da secção e com a própria redução dos tempos de *Setup*, foi possível reduzir drasticamente o desperdício produzido por todos os equipamentos e como tal na secção de extrusão.

No fim deste projeto a máquina Reifenhauser apresenta uma Taxa de Desperdício de 4,8%, o que representa uma redução de 2,2% desde o início do projeto. Quanto à secção de extrusão, no início do projeto apresentava uma Taxa de Desperdício 5,7% o que representa uma redução de 1,5%.

Esta redução no desperdício produzido resulta numa poupança média de 5000€ mensais para a organização.

Como tal, com a realização deste projeto e resultante sucesso, conseguiu-se uma poupança média mensal de 10000€ para a Plasteuropa, poupança essa que pode continuar a aumentar com a contínua implementação de melhorias.

Foi com o objetivo de continuidade do projeto *Lean* da Plasteuropa que foram desenvolvidas mais ferramentas, nomeadamente ferramentas de identificação de potenciais problemas e consequente eliminação. Desta forma espera-se que o ímpeto de mudança não seja perdido e que não se percam também as mudanças positivas já realizadas.

8 Referências

- Abilla, P. (2010). "Prioritization Matrix." Retrieved 10 Jan, 2014, from <http://www.shmula.com/prioritization-matrix/4127/>.
- Carrizo Moreira, A. and G. Campos Silva Pais (2011). "Single minute exchange of die: a case study implementation." Journal of technology management & innovation **6**(1): 129-146.
- Ford, H. (2007). My life and work, Cosimo, Inc.
- Holweg, M. (2007). "The genealogy of lean production." Journal of Operations Management **25**(2): 420-437.
- Jonsson, P. and M. Lesshammar (1999). "Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems-the role of OEE." International Journal of Operations & Production Management **19**(1): 55-78.
- Koenigsaecker, G. (2012). Leading the lean enterprise transformation, CRC Press.
- Liker, J. (2008). O Modelo Toyota - 14 principios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. Porto Alegre, Bookman.
- Michalska, J. and D. Szewieczek (2007). "The 5S methodology as a tool for improving the organization." Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering **24**(2): 211-214.
- Molhanec, M. and E. Povolotskaya (2012). "Model based FMEA - An efficient tool for quality management of the free lead soldering." Electronics Technology (ISSE), 2012 35th International Spring Seminar on: 230-236.
- Muchiri, P. and L. Pintelon (2008). "Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion." International Journal of Production Research **46**(13): 3517-3535.
- Ohno, T. (1982). "How the Toyota Production System was Created." Japanese Economy **10**(4): 83-101.
- Ohno, T. (1988). Toyota production system: beyond large-scale production, Productivity press.

Pillay, A. and J. Wang (2003). "Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning." Reliability Engineering & System Safety **79**(1): 69-85.

Pinto, J. P. (2014). Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras, Lidel.

Sokovic, M., et al. (2010). "Quality improvement methodologies–PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS." Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering **43**(1): 476-483.

Vorne (2013). "OEE." Retrieved 4 Oct, 2014, from <http://leanproduction.com/oe.html>.

Womack, J. (2005). "A Lean Walk Through History." Saatavissa: [http://www. superfactory. com/articles/featured/2005/pdf/0501-womack-lean-walkhistory. pdf](http://www.superfactory.com/articles/featured/2005/pdf/0501-womack-lean-walkhistory.pdf) [Viitattu 4.4. 2012].

Womack, J. P. and D. T. Jones (2010). Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation, Simon and Schuster.

Anexo A - Principais Características dos Equipamentos de Extrusão da Unidade Fabril de Vila do Conde

Máquina	Código	Espessura		Largura		Foles	Tratamento	Furação	Produtos	Débito (kg/h)	Capacidade (kg/ano)
		Max.	Min.	Max.	Min.						
MBC-1	21101	20	100	200	800	Sim	Completo	N/A	Manga/Filme PEBD	35	250.000
MBC-2	21202	20	100	200	800	Sim	Completo	N/A	Manga/Filme PEBD	35	250.000
Macchi 5	21105	18	160	600	1350	Sim	Completo	Micro Perforação	Todo o Tipo de Filme PEBD	100	750.000
Macchi 6	21106	18	160	700	1500	Não	Completo	N/A	Manga/Filme PEBD	150	950.000
									Espessuras Finas		
									Filme Técnico		
Dolci	21107	35	140	900	1570	Não	Completo	N/A	Manga/Filme PEBD	200	1.300.000
									Manga/Filme PEMD		
									Manga/Filme Reciclado		
Reifenhauser	21108	30	200	800	1600	Não	Por Zonas	N/A	Manga/Filme PEBD	300	2.300.000
									Manga/Filme PEMD		
									Manga/Filme PEAD		
									Filmes Barreira		
									Filmes P/ Congelados		

Anexo C - Relatório de Turno

Relatório de Turno Extrusão								
Data: _____	Turno: _____	Responsável: _____	Rúbrica: _____	Turno Anterior: _____				
Horário: _____		Noite <input type="checkbox"/>	Manhã <input type="checkbox"/>	Tarde <input type="checkbox"/>				
Desperdício e Estado								
Equipamento	Prod.	Arranque	Paragem	Redes	Enfardar	Fita (Kg)	Bobines (Kg)	Banheira (Kg)
MBC-1	<input type="text"/>	:	:	<input type="text"/>	_____	_____	_____	_____
MBC-2	<input type="text"/>	:	:	<input type="text"/>	_____	_____	_____	_____
Macchi 5	<input type="text"/>	:	:	<input type="text"/>	_____	_____	_____	_____
Macchi 6	<input type="text"/>	:	:	<input type="text"/>	_____	_____	_____	_____
Dolci	<input type="text"/>	:	:	<input type="text"/>	_____	_____	_____	_____
Reifenhauser	<input type="text"/>	:	:	<input type="text"/>	_____	_____	_____	_____
<p><i>Pesar sempre todas as banheiras no final do turno.</i></p> <p><i>Pesar sempre a banheira quando se for enfardar e indicar o peso na coluna Enfardar (não indicar o peso enfardada)</i></p>								
Paragens das máquinas								
Máquina	H. Paragem	H. Arranque	OV	Avaria	Sem MP	Limpeza	Outra razão	
106	8:30	10:20	155421668	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Falta de Luz na Secção	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
_____	:	:	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____	
<p><i>Para todas as paragens indicar a máquina, hora de Paragem, hora de Arranque, o Ordem de Venda que estava em produção quando aconteceu a paragem, indicar com X se for uma avaria, se faltar Matéria Prima ou se tiver sido para Limpeza/mudança de redes. Todas as outras razões escrever uma pequena nota na coluna Outra razão. Não indicar paragens nas Observações ou nos problemas exeto se já não tiver espaço</i></p>								
Observações								

Anexo D - Layout de Organização da Secção de Extrusão da Unidade Fabril de Vila do Conde

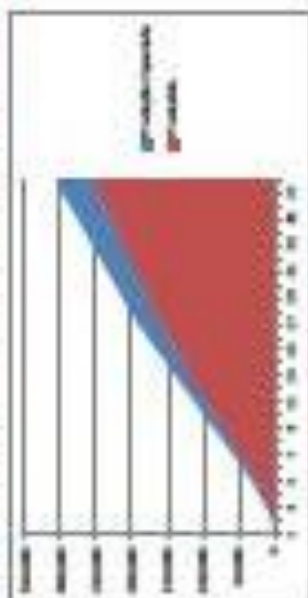


1	Mesa de distribuição (ligações de Alimentação (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208))
2	Sistema de enchimento dos 8 diâos
3	Zona de Stock de Paletes de M.R. A - Paletes de MP para armazenar nos diâos; B - Paletes para alimentar os 2 Misturadores; C - Paletes para alimentar 1208
4	2 Misturadores azuis, com ligação a mesa de distribuição
6	Quadro eléctrico
7	Barreiras de Alimentação 1,18 (2 barreiras ligadas aos diâos) uma barreira para material controlado conjunto
8	Estoque de matéria-prima A - Matérias-primas principais; B - Auxiliares de processo
9	Bombas do sistema de alimentação
10	Zona de armazenagem dos corantes de secção
11	Pilhões de material acabado A e C - Material para ser utilizado na 1ª UF; B - Material para cliente ou para transportar por outra UF
12	Zonas de recolha de desperdício para cada equipamento

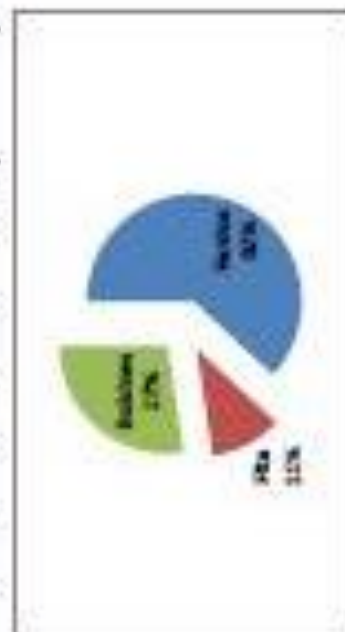
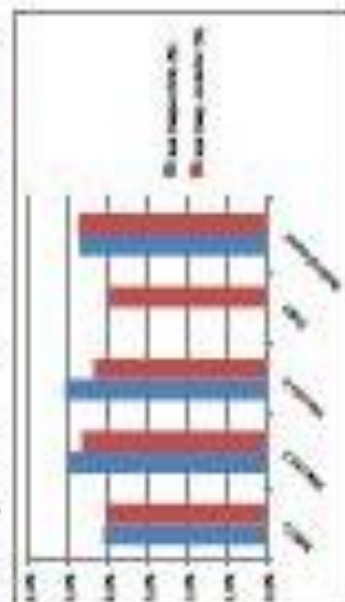
Anexo E - Registo de Tarefas numa Operação de Setup

Registo de Actividades											
Data	Hora		Máquina			Turno		Responsável			
Executante 1					Executante 2					Executante 3	
Operação a Controlar											
Nº	Tarefa	Int.1	Int.2	Int.3	Duração	Total	Actual	Actual	Perdas	Observações	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

Anexo F - *Dashboard* Informativo

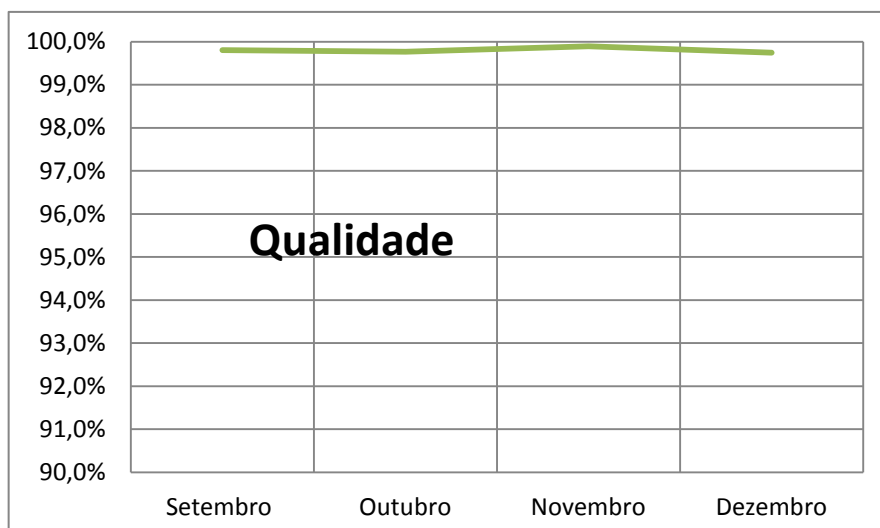
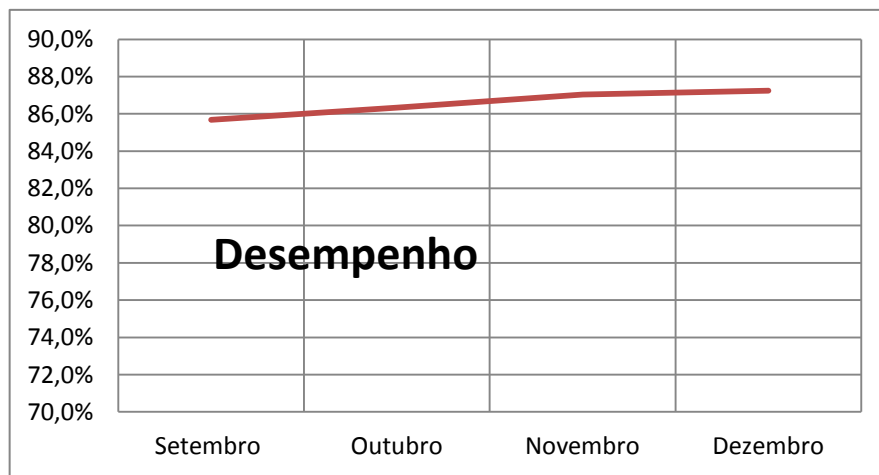
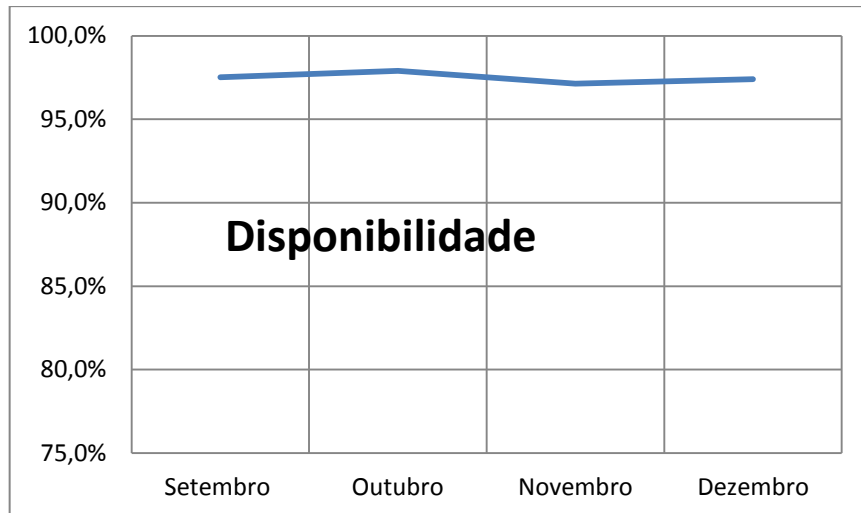
[illegible]

Indicative	Total Protein (kg)	Total Carbohydrate (kg)	Total Omega-3 (g)	Significance	PUFA	Substrate	Total Omega-3 Activity (%)	Omega-3 Ratio Polyunsaturates	Omega-3 Ratio Saturated
Milk	11.500	1.000	1.000	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000
Milk + Egg	14.200	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Milk + Egg + Fish	17.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	0	0	0.000	0	0	0	0.000	0.000	0.000
Refined	14.400	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000



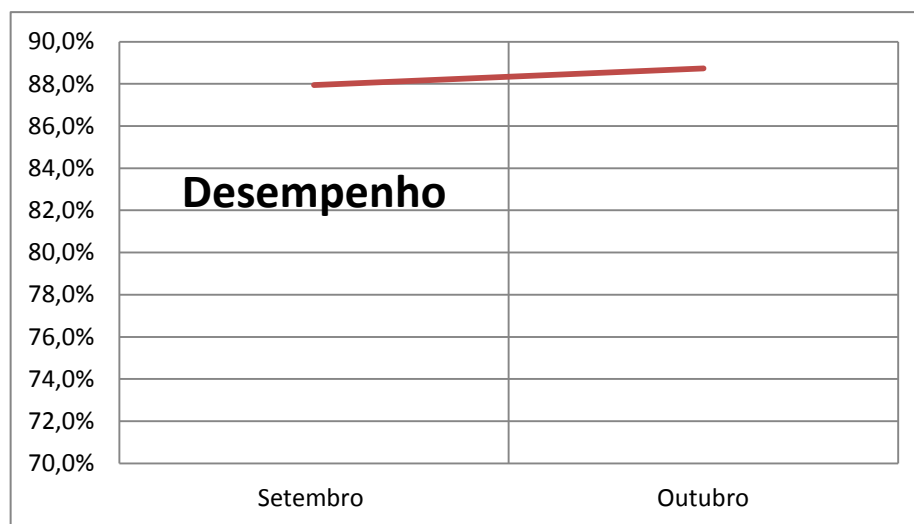
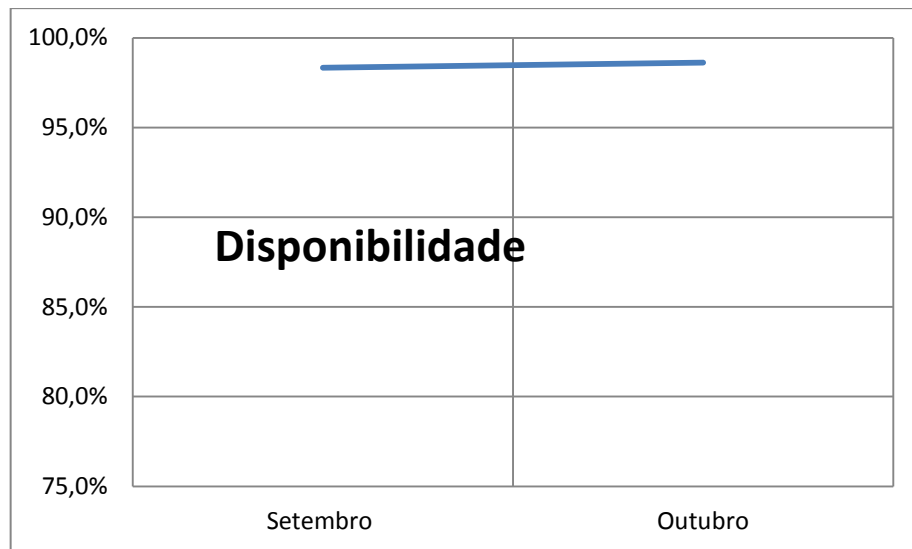
Anexo H - Indicadores MBC-1

MBC-1	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Duração do Mês (a)	720:00	744:00	720:00	744:00
Férias (b)	0:00	0:00	0:00	200:00
Tempo Disponível (c = a - b)	720:00	744:00	720:00	544:00
Paragens Programadas (d)	66:45	66:30	0:00	4:00
Tempo Útil (e = c - d)	653:15	677:30	720:00	540:00
Taxa de Ocupação (= e / c)	90,7%	91,1%	100,0%	99,3%
Paragens não Programadas (f)	16:10	14:10	20:35	14:05
Avarias	4:50	4:15	3:50	4:40
Falta de Luz	1:00	1:30	3:20	2:00
Limpeza	4:35	3:45	6:10	3:10
Interrupções de Produção	5:45	4:40	7:15	4:15
Tempo Produtivo (g = e - f)	637:05	663:20	699:25	525:55
Disponibilidade (D = g / e)	97,5%	97,9%	97,1%	97,4%
Perdas de Rendimento (h)	91:17	90:40	90:40	67:05
Setup	42:37	42:10	44:30	31:20
Perdas de Produtividade	48:40	48:30	46:10	35:45
Tempo Planeado (i = g - h)	545:48	572:40	608:45	458:50
Desempenho (P = i / g)	85,7%	86,3%	87,0%	87,2%
Perdas de Qualidade (j)	1:05	1:20	0:40	1:10
Tempo Efetivo (k = i - j)	544:43	571:20	608:05	457:40
Qualidade (Q = k / i)	99,8%	99,8%	99,9%	99,7%
OEE (= D x P x Q)	83,4%	84,3%	84,5%	84,8%



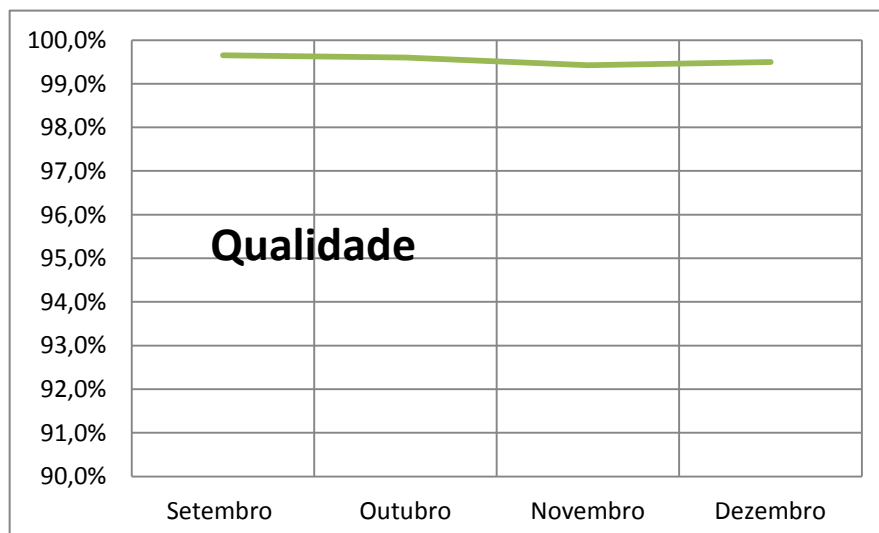
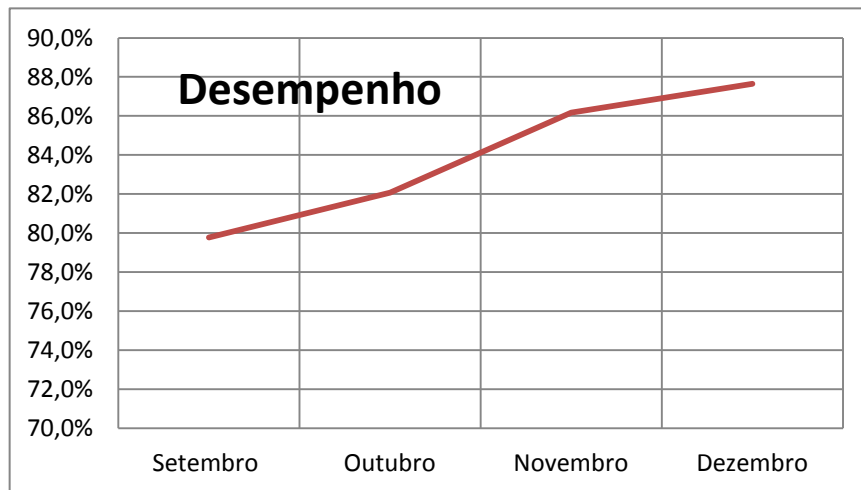
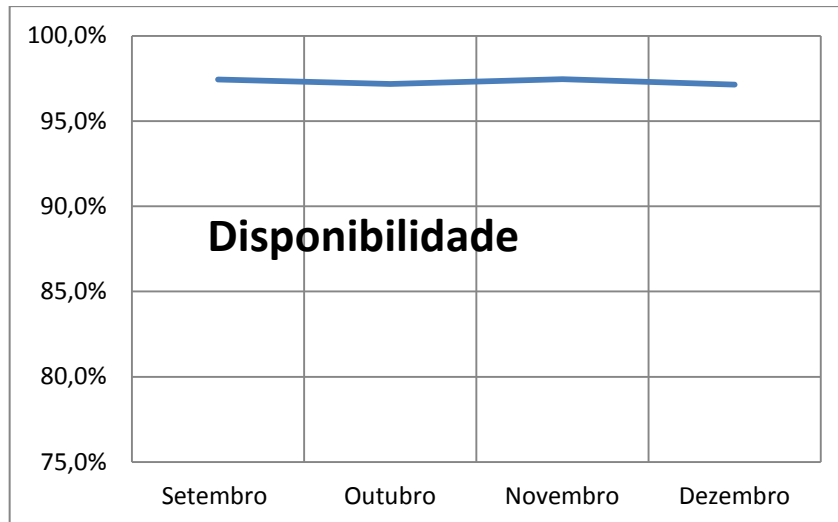
Anexo I - Indicadores MBC-2

MBC-2	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Duração do Mês (a)	720:00	744:00	720:00	744:00
Férias (b)	0:00	0:00	0:00	200:00
Tempo Disponível (c = a - b)	720:00	744:00	720:00	544:00
Paragens Programadas (d)	239:20	242:20	720:00	544:00
Tempo Útil (e = c - d)	480:40	501:40	0:00	0:00
Taxa de Ocupação (= e / c)	66,8%	67,4%	0,0%	0,0%
Paragens não Programadas (f)	8:00	6:56	0:00	0:00
Avarias	3:50	3:00	0:00	0:00
Falta de Luz	1:00	1:30	0:00	0:00
Limpeza	0:40	2:26	0:00	0:00
Interrupções de Produção	2:30	0:00	0:00	0:00
Tempo Produtivo (g = e - f)	472:40	494:44	0:00	0:00
Disponibilidade (D = g / e)	98,3%	98,6%	0,0%	0,0%
Perdas de Rendimento (h)	57:00	55:45	0:00	0:00
Setup	25:20	22:30	0:00	0:00
Perdas de Produtividade	31:40	33:15	0:00	0:00
Tempo Planeado (i = g - h)	415:40	438:59	0:00	0:00
Desempenho (P = i / g)	87,9%	88,7%	0,0%	0,0%
Perdas de Qualidade (j)	1:50	1:20	0:00	0:00
Tempo Efetivo (k = i - j)	413:50	437:39	0:00	0:00
Qualidade (Q = k / i)	99,6%	99,7%	0,0%	0,0%
OEE (= D x P x Q)	86,1%	87,2%	0,0%	0,0%



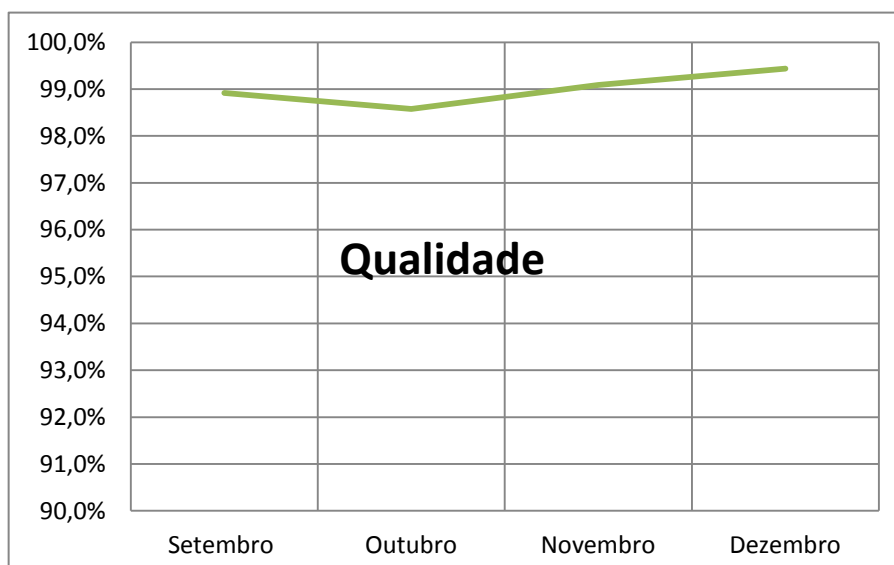
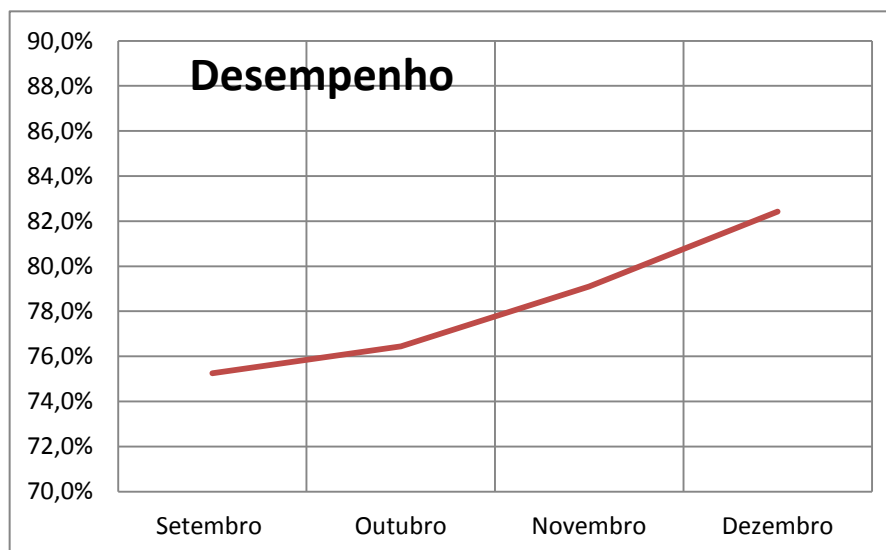
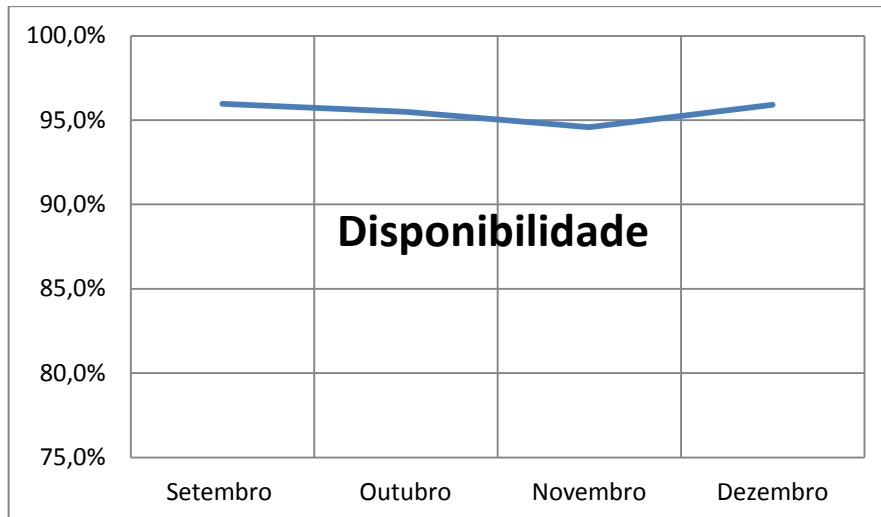
Anexo J - Indicadores Macchi 5

Macchi 5	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Duração do Mês (a)	720:00	744:00	720:00	744:00
Férias (b)	0:00	0:00	0:00	200:00
Tempo Disponível (c = a - b)	720:00	744:00	720:00	544:00
Paragens Programadas (d)	99:55	269:05	394:35	369:00
Tempo Útil (e = c - d)	620:05	474:55	325:25	175:00
Taxa de Ocupação (= e / c)	86,1%	63,8%	45,2%	32,2%
Paragens não Programadas (f)	15:55	13:25	8:16	5:00
Avarias	5:20	3:00	2:40	1:30
Falta de Luz	1:00	1:30	1:40	1:00
Limpeza	3:55	4:15	2:11	1:05
Interrupções de Produção	5:40	4:40	1:45	1:25
Tempo Produtivo (g = e - f)	604:10	461:30	317:09	170:00
Disponibilidade (D = g / e)	97,4%	97,2%	97,5%	97,1%
Perdas de Rendimento (h)	122:08	82:45	43:50	21:00
Setup	62:35	37:15	19:10	10:50
Perdas de Produtividade	59:33	45:30	24:40	10:10
Tempo Planeado (i = g - h)	482:01	378:45	273:19	149:00
Desempenho (P = i / g)	79,8%	82,1%	86,2%	87,6%
Perdas de Qualidade (j)	1:40	1:30	1:35	0:45
Tempo Efetivo (k = i - j)	480:21	377:15	271:44	148:15
Qualidade (Q = k / i)	99,7%	99,6%	99,4%	99,5%
OEE (= D x P x Q)	77,5%	79,4%	83,5%	84,7%



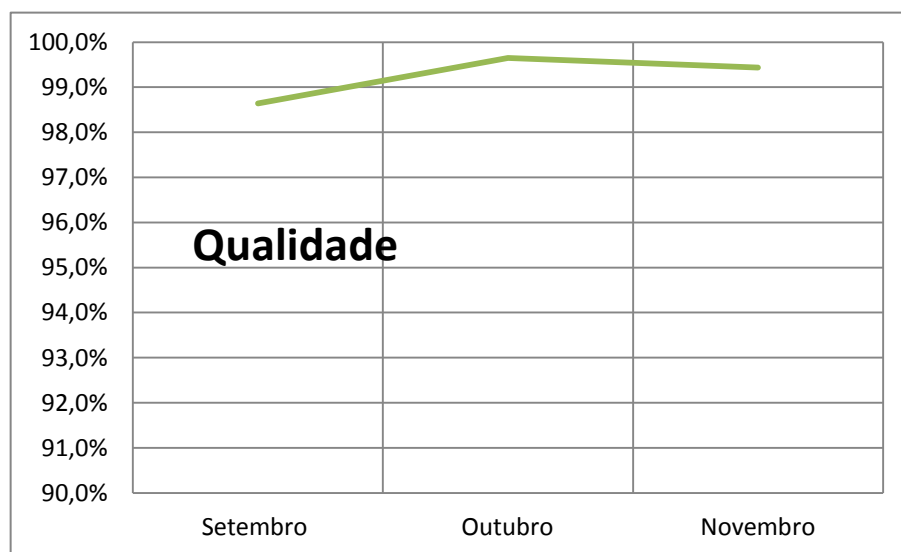
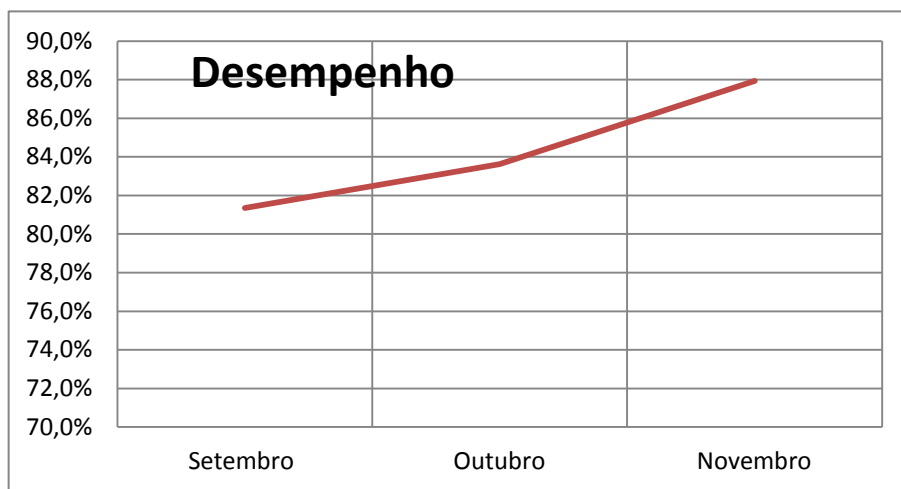
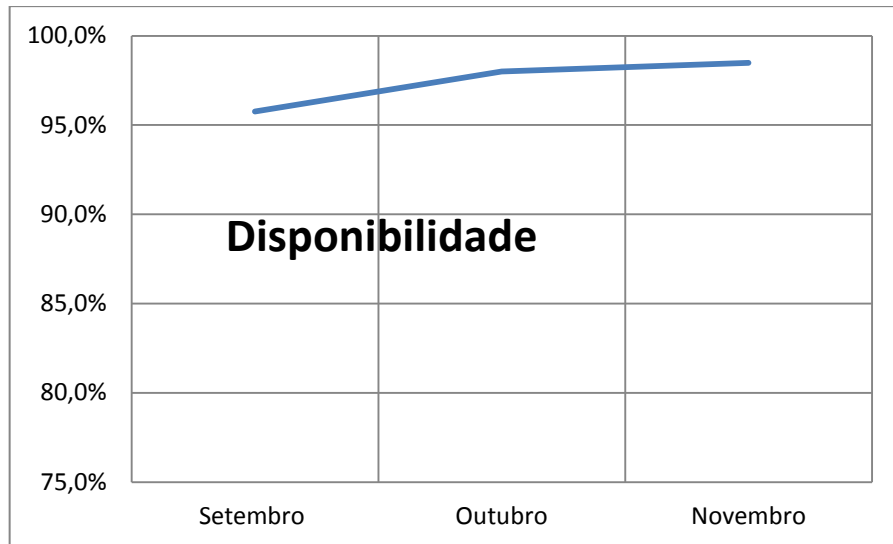
Anexo L - Indicadores Macchi 6

Macchi 6	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Duração do Mês (a)	720:00	744:00	720:00	744:00
Férias (b)	0:00	0:00	0:00	200:00
Tempo Disponível (c = a - b)	720:00	744:00	720:00	544:00
Paragens Programadas (d)	379:20	567:20	415:15	246:00
Tempo Útil (e = c - d)	340:40	176:40	304:45	298:00
Taxa de Ocupação (= e / c)	47,3%	23,7%	42,3%	54,8%
Paragens não Programadas (f)	13:45	7:57	16:32	12:10
Avarias	4:45	1:40	3:15	2:00
Falta de Luz	1:00	1:30	3:20	1:15
Limpeza	3:30	2:37	5:22	4:10
Interrupções de Produção	4:30	2:10	4:35	4:45
Tempo Produtivo (g = e - f)	326:55	168:43	288:13	285:50
Disponibilidade (D = g / e)	96,0%	95,5%	94,6%	95,9%
Perdas de Rendimento (h)	80:55	39:45	60:15	50:15
Setup	43:15	20:10	31:00	26:40
Perdas de Produtividade	37:40	19:35	29:15	23:35
Tempo Planeado (i = g - h)	246:00	128:58	227:58	235:35
Desempenho (P = i / g)	75,2%	76,4%	79,1%	82,4%
Perdas de Qualidade (j)	2:40	1:50	2:05	1:20
Tempo Efetivo (k = i - j)	243:20	127:08	225:53	234:15
Qualidade (Q = k / i)	98,9%	98,6%	99,1%	99,4%
OEE (= D x P x Q)	71,4%	72,0%	74,1%	78,6%



Anexo M - Indicadores Dolci

Dolci		Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Duração do Mês (a)		720:00	744:00	720:00	744:00
Férias (b)		0:00	0:00	0:00	200:00
Tempo Disponível (c = a - b)		720:00	744:00	720:00	544:00
Paragens Programadas (d)		720:00	681:00	87:30	34:00
Tempo Útil (e = c - d)		0:00	63:00	632:30	510:00
Taxa de Ocupação (= e / c)		0,0%	8,5%	87,8%	93,8%
Paragens não Programadas (f)		0:00	2:40	12:40	7:45
Avarias		0:00	0:00	2:00	1:30
Falta de Luz		0:00	0:00	3:20	1:00
Limpeza		0:00	1:00	3:10	2:00
Interrupções de Produção		0:00	1:40	4:10	3:15
Tempo Produtivo (g = e - f)		0:00	60:20	619:50	502:15
Disponibilidade (D = g / e)		0,0%	95,8%	98,0%	98,5%
Perdas de Rendimento (h)		0:00	11:15	101:30	60:37
Setup		0:00	5:05	48:40	29:27
Perdas de Produtividade		0:00	6:10	52:50	31:10
Tempo Planeado (i = g - h)		0:00	49:05	518:20	441:38
Desempenho (P = i / g)		0,0%	81,4%	83,6%	87,9%
Perdas de Qualidade (j)		0:00	0:40	1:50	2:30
Tempo Efetivo (k = i - j)		0:00	48:25	516:30	439:08
Qualidade (Q = k / i)		0,0%	98,6%	99,6%	99,4%
OEE (= D x P x Q)		0,0%	76,9%	81,7%	86,1%



Anexo N - Indicadores Reifenhauer

Reifenhauer	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Duração do Mês (a)	720:00	744:00	720:00	744:00
Férias (b)	0:00	0:00	0:00	200:00
Tempo Disponível (c = a - b)	720:00	744:00	720:00	544:00
Paragens Programadas (d)	236:35	287:45	8:40	96:00
Tempo Útil (e = c - d)	483:25	456:15	711:20	448:00
Taxa de Ocupação (= e / c)	67,1%	61,3%	98,8%	82,4%
Paragens não Programadas (f)	8:20	9:31	9:57	5:37
Avarias	0:00	3:00	0:00	2:00
Falta de Luz	1:00	1:30	3:20	1:30
Limpeza	2:40	2:26	4:22	0:42
Interrupções de Produção	4:40	2:35	2:15	1:25
Tempo Produtivo (g = e - f)	475:05	446:44	701:23	442:23
Disponibilidade (D = g / e)	98,3%	97,9%	98,6%	98,7%
Perdas de Rendimento (h)	92:17	78:42	94:13	52:45
Setup	53:27	44:15	38:27	19:27
Perdas de Produtividade	38:50	34:27	55:46	33:18
Tempo Planeado (i = g - h)	382:48	368:02	607:09	389:38
Desempenho (P = i / g)	80,6%	82,4%	86,6%	88,1%
Perdas de Qualidade (j)	1:30	1:50	0:45	0:50
Tempo Efetivo (k = i - j)	381:18	366:12	606:24	388:48
Qualidade (Q = k / i)	99,6%	99,5%	99,9%	99,8%
OEE (= D x P x Q)	78,9%	80,3%	85,2%	86,8%

